



UNIVERSITÄT
KOBLENZ · LANDAU



Institut für
Wirtschaftsinformatik

Fachbereich Informatik
Universität Koblenz-Landau

JÜRGEN JUNG
BODO L. VAN LAAK

FLOTTENMANAGEMENTSYSTEME – GRUNDLEGENDE TECHNOLOGIEN, FUNKTIONEN UND MARKTÜBERBLICK

Juli 2001



U N I V E R S I T Ä T
K O B L E N Z · L A N D A U



**Institut für
Wirtschaftsinformatik**

Fachbereich Informatik
Universität Koblenz-Landau

JÜRGEN JUNG
BODO L. VAN LAAK

FLOTTENMANAGEMENTSYSTEME – GRUNDLEGENDE TECHNOLOGIEN, FUNKTIONEN UND MARKTÜBERBLICK

Juli 2001

Die Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik dienen der Darstellung vorläufiger Ergebnisse, die i.d.R. noch für spätere Veröffentlichungen überarbeitet werden. Die Autoren sind deshalb für kritische Hinweise dankbar.

The "Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik" comprise preliminary results which will usually be revised for subsequent publications. Critical comments would be appreciated by the authors.

Alle Rechte vorbehalten. Insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen - auch bei nur auszugsweiser Verwertung.

All rights reserved. No part of this report may be reproduced by any means, or translated.

**Anschrift der Verfasser
Address of the authors:**

Dipl. Inf. Jürgen Jung
Dipl. Inf. Bodo L. van Laak
Institut für Wirtschaftsinformatik
Universität Koblenz-Landau
Rheinau 1
D-56075 Koblenz

**Arbeitsberichte des Instituts für
Wirtschaftsinformatik
Herausgegeben von / Edited by:**

Prof. Dr. Ulrich Frank
Prof. Dr. J. Felix Hampe
Prof. Dr. Gerhard Schwabe

Bezugsquelle / Source of Supply:

Institut für Wirtschaftsinformatik
Universität Koblenz-Landau
Rheinau 1
56075 Koblenz
Tel.: 0261-287-2520
Fax: 0261-287-2521
Email: iwi@uni-koblenz.de
WWW: <http://www.uni-koblenz.de/~iwi>



**Institut für
Wirtschaftsinformatik**

Fachbereich Informatik
Universität Koblenz-Landau

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	4
Abbildungsverzeichnis	5
1. Einleitung	6
1.1. Das Projekt FlottHIT	6
1.2. Verkehrstelematik	6
1.3. Flottenmanagement	7
1.4. Aufbau dieses Berichts	11
2. Grundlegende Infrastrukturen	12
2.1. Positionierung.....	13
2.1.1. Einführung in Positionierungstechniken	13
2.1.2. signpost systems	13
2.1.3. Wave-based Systems.....	14
2.1.4. GPS.....	17
2.1.5. Dead Reckoning und INS.....	20
2.1.6. Zusammenfassung.....	21
2.2. Kommunikation.....	22
2.2.1. GSM	22
2.2.2. Bündelfunk	23
2.2.3. Internet	25
2.3. RDS/TMC	28
3. Komponenten eines FMS	29
3.1. Navigationssysteme.....	29
3.2. Kommunikationshardware	32
3.3. Rechnerplattformen.....	33
4. Flottenmanagementdienste	34
4.1. Fahrzeugverfolgung	34
4.2. Auftragsübermittlung	35
4.3. Sonstige Dienste	35
4.3.1. Not-/Pannruf	35
4.3.2. Diebstahlschutz	36
5. Flottenmanagementlösungen.....	36
5.1. WEBfleet.....	37
5.2. Transwatch	38
5.3. FleetBoard	40
5.4. DORIS	41
5.5. Truck24	42
5.6. TIPS.....	42
5.7. Logistikdienstleistungen von Stratex	43
5.8. FleetFinder	43
5.9. Fedis	43
6. Zusammenfassung und Ausblick	44
Literatur- und Quellenverzeichnis.....	47
Bisherige Arbeitsberichte	49

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Flottenmanagement im Handwerksbetrieb	11
Abbildung 2: Aufbau des Berichts	12
Abbildung 3: Funkpeilung mit ADF	15
Abbildung 4: Ortung mit LORAN-C	17
Abbildung 5: Mögliche Satellitenkonstellation im Raumsegment	18
Abbildung 6: Funktionsprinzip DGPS	20
Abbildung 7: 6 Freiheitsgrade, für die INS Sensoren bereitstellt	21
Abbildung 8: Einwahl eines Teilnehmers in das Bündelfunknetz	24
Abbildung 9: TCP/IP-Referenzmodell.....	26
Abbildung 10: Netz aus 5 Rechnern	27
Abbildung 11: Tracking und Tracing.....	34
Abbildung 12: Funktionsweise von WEBfleet.....	38
Abbildung 13: Infrastruktur von Transwatch.....	40
Abbildung 14: DORIS.....	41

1. Einleitung

Flottenmanagement ist derzeit in vielen Betrieben ein populäres Betätigungsfeld. Betreiber größerer Fahrzeugflotten entdecken den Bedarf für eine effiziente Planung und Steuerung ihrer Fahrzeuge. In gleichem Ausmaß drängen vermehrt Anbieter kommerzieller Flottenmanagementlösungen auf den Markt. Ziel dieses Bericht ist die Schaffung eines Überblicks über grundlegende Technologien und aktuelle Lösungen für das Flottenmanagement. Der Bericht basiert auf Evaluationen im Rahmen des Projektes FlottHIT (Flottenmanagement im Handwerk durch integrierte Telematikdienste). Im folgenden Abschnitt 6 dieses einleitenden Kapitels wird zunächst das Projekt FlottHIT vorgestellt. Anschließend erfolgt eine Ausarbeitung der grundlegenden Begriffe Verkehrstelematik (Abschnitt 1.2) und Flottenmanagement (1.3). Abschnitt 1.4 erörtert den weiteren Aufbau dieses Berichts.

1.1. Das Projekt FlottHIT

Das Projekt FlottHIT wurde im Mai 2000 am Institut für Wirtschaftsinformatik im Fachbereich Informatik der Universität Koblenz-Landau, Abteilung Koblenz, gestartet. Ziel des Projekts ist die prototypische Entwicklung und Erprobung rechnergestützter Logistiksysteme in kleinen und mittelständischen Handwerksbetrieben. Das Projekt wird vom Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau des Landes Rheinland-Pfalz gefördert. Als Partner zur Realisierung des Flottenmanagements konnte das Unternehmen VDO Car Communication GmbH mit Sitz in Wetzlar gewonnen werden. VDO stellt für das Projekt 19 Navigationssysteme vom Typ MS5000 zur Verfügung und unterstützt das Projekt in technischen Teilproblemen. 16 dieser Navigationssysteme wurden in Fahrzeuge von vier beteiligten Handwerksbetrieben eingebaut (vier Systeme pro Betrieb). In Zusammenarbeit mit diesen vier Betrieben sollen das zu entwickelnde Flottenmanagementsystem und die Projektergebnisse praktisch erprobt und evaluiert werden. An die Navigationssystemen wird in den Handwerksbetrieben ein prototypisches System zur Unterstützung der Logistik in ausgewählten Geschäftsprozessen des Handwerks angekoppelt. Die Beschreibung dieses Flottenmanagementsystems erfolgt anhand seiner in diesem Bericht skizzierten Architektur. Weitere Unterstützung erfährt das Projekt durch die Handwerkskammer Koblenz, die nicht nur die am Projekt beteiligten Handwerksbetriebe ausgesucht hat, sondern auch den weiteren Projektverlauf unterstützt. So stellt sie z.B. ihre Lehrwerkstätten und geschultes Personal für die Montage der Navigationssysteme in die Fahrzeuge der Handwerksbetriebe zur Verfügung. Des weiteren bildet sie auch projektbegleitend die Schnittstelle zu Handwerksbetrieben und bietet mit ihren etablierten Einrichtungen (Betriebsberater, Pressestelle, juristische Berater) zusätzliches Potential zur Informationsbeschaffung und Kontaktvermittlung.

1.2. Verkehrstelematik

Der Begriff Telematik setzt sich aus den beiden Termini Telekommunikation und Informatik zusammen (vgl. [HaPe96], S. 254) und ist ein Oberbegriff, der die Integration von (meist digitaler) Kommunikationstechnik und Informatik kennzeichnet (vgl. [KlKr98], S. 449). Müller et al. charakterisieren den Telematik wie folgt:

„Die Telematik wird als die Lehre von der Gestaltung, dem Einfluß und dem Umfeld der rechnergestützten Kommunikation verstanden.“ (vgl. [MKS97], S. 18)

Das Forschungs- und Entwicklungsgebiet der Telematik wird somit durch Verfahren und Technologien der Informatik und der Telekommunikation geprägt. Es beschäftigt sich überdies mit der integrativen Nutzung beider Disziplinen. Seitens der Informatik fließen Grundlagen über Betriebssysteme, Datenbanken und nicht zuletzt Softwaretechnik in die Entwicklung

von Telematikanwendungen ein. Zur Gestaltung der Kommunikationsinfrastruktur fließen Erfahrungen aus dem Bereich Rechnernetze einerseits und der Telekommunikationstechniken zur Datenfernübertragung andererseits ein. Durch die Nutzung etablierter Telekommunikationsnetze eröffnet sich für die Gestaltung von rechnergestützten Anwendungssystemen ein erweitertes Betätigungsfeld. So können zur Rechnerkommunikation nicht nur lokale Netzwerke (Local Area Network, kurz LAN) genutzt werden sondern darüber hinaus auch weitere Netze der digitalen Kommunikation wie das Telefonfestnetz oder das GSM-Netz zur mobilen Kommunikation.

Neben dem Einsatz von Telematik im medizinischen Bereich¹ hat vor allem die Verkehrstelematik in letzter Zeit stark an Bedeutung gewonnen. Diese beschäftigt sich speziell mit der Anwendung von Telematik zur Steuerung und Überwachung von Verkehr, welcher in folgenden konkreten Ausprägungen anzutreffen ist:

- Straßenverkehr
- Schienenverkehr
- Schifffahrt
- Luftverkehr
- und intermodaler Verkehr.

Während die ersten vier Teilbereiche den jeweiligen Verkehrsträger isoliert behandeln, zielt der intermodale Verkehr auf die Betrachtung aller Verkehrsträger einer Transportkette. Vor allem bei Telematikanwendungen² im Güterverkehr ist dies von besonderem Interesse, da der Transport von Waren vom Hersteller über eventuell vorhandene Zwischenhändler zum Abnehmer oftmals mehrere verschiedene Verkehrsträger involviert.

Im Rahmen von Telematikanwendungen wird häufig auch von Diensten (Verkehrstelematikdiensten) gesprochen. Dienste beschreiben auf einer abstrakten Ebene die Funktionalität konkreter Anwendungen aus der Sicht der Benutzer. Beispiele hierfür sind:

- Verkehrsleittechnik als Instrument des öffentlichen Verkehrs-Managements
- Sendungsverfolgung im Güterverkehr
- Flottenmanagement mit folgenden Diensten (exemplarisch):
 - o (dynamische) Navigation
 - o Standortbestimmung
 - o Übermittlung von Auftragsdaten
 - o

Im weiteren Verlauf dieses Berichts werden hauptsächlich die Verkehrstelematikdienste (Telematikdienste oder auch nur Dienste genannt) für das Flottenmanagement betrachtet.

1.3. Flottenmanagement

Flottenmanagement umfaßt im Kontext der Logistik die Aufgaben und Tätigkeiten zum effizienten Betrieb der Fahrzeugflotte eines Unternehmens. Flottenmanagement hatte in der Forschung eine bisher untergeordnete Rolle. Derzeitige Projekte haben eher Pilotcharakter (vgl. [LoFr99], S. 1). Auch die Nutzung moderner Informationstechnologie in der Logistik steht erst am Anfang (vgl. [Gud99], S. 57). Dessen ungeachtet ist der Bedarf für Flottenmanage-

¹ Beispiele für die Nutzung von Telematik in der Medizin findet man in [SSKN99] und [FES98].

² Eine im Güterverkehr etablierte Anwendung ist die elektronische Sendungsverfolgung. Durch eine Registrierung des Austausches einer Lieferung von einem Transportmittel – bspw. Flugzeug – auf ein folgendes – z.B. Lastkraftwagen – kann ein Transportunternehmen jederzeit Auskunft über den aktuellen Lieferstatus der betreffenden Güter geben. Eine detaillierte Auskunft wird möglich, wenn man das Transportmittel mit einem Positionierungs- und einem mobilen Kommunikationsgerät ausrustet, welches bei Bedarf die aktuelle Position übermitteln kann.

ment und Telematikanwendungen von wachsender Bedeutung für die Betreiber dynamisch agierender Fahrzeugflotten (vgl. [LoFr99], S.1; [Smy01], S. 28 und [Com00], S. 9 ff.). Derzeitige Einsatzfelder verdichten sich hierbei jedoch auf Fahrzeugflotten reiner Transportunternehmen (Speditionen, Taxibetriebe, Kurierdienste) sowie Rettungsdiensten, wie z.B. Feuerwehr oder Krankentransporte (vgl. [LeBa99], S. 29). Populäre Anwendungen aus diesen Bereichen sind die Positionsbestimmung (Tracking) und Verfolgung (Tracing) von Fahrzeugen (vgl. [Häu99], S. 9), die Tourenplanung (vgl. [Kre99], S. 38) und der Diebstahlschutz (vgl. [Qas99], S. 1ff.).

Die Integration des Flottenmanagements in die der Transportfunktion übergeordneten betrieblichen Prozesse wird dabei sowohl auf konzeptioneller als auch auf technischer Ebene nur selten berücksichtigt. Am Beispiel des Kundendienstes beschränkt sich die Transportfunktion auf die Beförderung von Servicepersonal³, Werkzeug und Montagematerial zu den einzelnen Einsatzorten. Hierbei sind die vorhandenen Ressourcen (Mitarbeiter, Fahrzeuge, Werkzeug und Material) unter Minimierung der Kosteneinflußgrößen und Maximierung des Auftragserfüllungsgrades auf vorliegende Aufträge einzuplanen. Im Gegensatz zu reinen Transportunternehmen werden die Einflußgrößen nicht allein durch den Transport von Personen und Material determiniert. Vielmehr sind hier weitere Parameter wie die Qualifikation des Kundendienstmitarbeiters, geladenes (Spezial-) Werkzeug oder die Bestückung des Fahrzeuges mit Ersatzteilen zu berücksichtigen.

Unter dem Anspruch der Integration in betriebliche Geschäftsprozesse ergeben sich überdies zusätzliche Parameter: Verteilung gleichartiger Aufträge, Verfügbarkeit von Ersatzteilen am Lager, Dringlichkeit eines Auftrags, etc. Auch diese Parameter beeinflussen die Disposition der Kundendienstflotte eines Unternehmens in nicht unerheblichem Maße und somit den Gestaltungsraum eines Flottenmanagementsystems (FMS). In einigen betrieblichen Bereichen werden bereits Softwaresysteme in Form von Auftragsverwaltung, Rechnungswesen oder Lagerverwaltung eingesetzt. Diese Systeme stellen teilweise Informationen für den Kundendienst bereit (Auftrags- und Lagerverwaltung). Diese Daten determinieren die Fahrzeugdisposition oder werden den Kundendienstmitarbeitern zur Verfügung gestellt. Andere betriebliche Anwendungssysteme konsumieren Daten über erbrachte Leistungen (Rechnungswesen). Diese Daten (bspw. Informationen über An- und Abfahrt) sollten aus dem FMS exportiert und den jeweiligen Programmen bereitgestellt werden. Voraussetzung für eine solche informationstechnische Integration sind standardisierte Dokumenten- und Datenformate.

Im weiteren Verlauf dieses Abschnitts wird die Bedeutung des Begriffs Flottenmanagement im Kontext von FlottHIT definiert. Das Verständnis des Begriffs Flottenmanagement in FlottHIT orientiert sich an der Definition von Lobenberg und Friedel im Kompendium der Verkehrstelematik. Diese wird folgend zitiert und im weiteren Verlauf zu dem Verständnis von Flottenmanagement in FlottHIT konkretisiert:

„Flottenmanagement umfaßt die zielgerichtete optimale Planung, Steuerung und Kontrolle des Fuhrparkeinsatzes auf Basis der verfügbaren Ressourcen unter Beachtung interner und externer Einflußfaktoren. Die Integration der organisatorischen Prozesse mit modernen Informationssystemen steht hierbei im Vordergrund.“ (vgl. [LoFr99], S. 2)

Diese Definition wird von den Verfassern im Kontext von Flottenmanagement im Straßenverkehr aufgestellt und bezieht sich hauptsächlich auf Kraftwagen (PKW, LKW). Schienen-,

³ Das Servicepersonal reduziert sich üblicherweise auf einen Mitarbeiter, der auch gleichzeitig der Fahrzeugführer ist.

Flug- und Schiffsverkehr werden zwar nicht explizit ausgeschlossen, finden aber in dem Beitrag von Lobenberg und Friedel keine weitere Berücksichtigung. Die Beschränkung auf Kraftwagen kann auch für FlottHIT übernommen werden, da kleine und mittelständische Handwerksunternehmen üblicherweise ausschließlich diese Verkehrsmittel zur Erbringung ihrer Leistung nutzen.

Trotzdem hat der Begriff Flottenmanagement noch eine große Bandbreite an notwendigen Aufgaben. Er umfaßt alle Tätigkeiten von der Einplanung der Fahrzeuge über die Steuerung der Fahrzeuge im laufenden Geschäft bis hin zur Erfassung und Auswertung der mit den Fahrten zusammenhängenden Informationen. Das Management der Fahrzeuge beginnt mit der Planung der Fahrzeugeinsätze. Hierbei müssen die Fahrzeuge im Handwerk für verschiedene Aufträge eingeteilt werden. Allgemein spricht man in diesem Zusammenhang auch von Fahrzeugdisposition oder nur **Disposition**. Ein Mitarbeiter, der in einem Unternehmen mit dieser Aufgabe betraut ist, hat die Rolle eines Disponenten. Der Disponent muß bei der Einteilung der Fahrzeuge unterschiedliche interne und externe Parameter beachten. Zu den internen Parametern gehören u.a. verfügbare Mitarbeiter mit gegebenen Führerscheinklassen oder Spezialwissen. Als externe Parameter werden primär die Aspekte der Kundenaufträge und weiterhin sonstige externen Einflüsse angesehen. Die Disposition der Fahrzeuge erfolgt unter Berücksichtigung aller Parameter, wobei im wesentlichen die begrenzte Verfügbarkeit der Ressourcen (Fahrzeuge, Mitarbeiter, Zeit) eine wichtige Rolle spielt. Lobenberg und Friedel sprechen in diesem Zusammenhang von einer „optimalen Planung“. Wenn man dieses Ausdruck betriebswirtschaftlich interpretiert, stellt er kein Problem dar, da hierbei das Optimum unter Berücksichtigung von Aufwand und Nutzen bestimmt wird. Im Umfeld der Informatik kann diese Aussage jedoch nicht unkritisch übernommen werden, weil eine optimale Lösung das Optimum unter Vernachlässigung des notwendigen Aufwandes zur Ermittlung dieser Lösung ist. Angesichts der Tatsache, daß viele Probleme mit einem angemessenen Aufwand nicht optimal gelöst werden können, erscheint dieser Anspruch sehr hoch⁴. Er wird nicht für das Projekt FlottHIT übernommen, da sich das Projekt mit Computerunterstützung für die Prozesse in Handwerksbetrieben befaßt.

Im laufenden Geschäftsbetrieb müssen die zuvor disponierten Fahrzeuge zu den jeweiligen Auftragsorten dirigiert werden. Hierzu ist eine Übermittlung der Dispositionsdaten inkl. ihrer Parameter an die jeweiligen Mitarbeiter nötig. Die internen und externen Parameter sind bei der **Steuerung** jedoch nicht invariant, d.h. sie unterliegen stetigen Veränderungen durch weitere Einflußfaktoren. Benötigte humane oder materielle Ressourcen können ausfallen (Veränderungen interner Parameter) oder ein dringender Auftrag eingehen, der einer sofortigen Bearbeitung bedarf (Veränderung eines externen Parameters). In solchen Fällen müssen die Instrumente zur Steuerung des Fuhrparks flexibel auf die veränderten Parameter reagieren und somit eine kurzfristige Disposition gewährleisten.

Über den gesamten Prozeß hinweg benötigt der Disponent und/oder die Geschäftsführung ein Instrument zur **Kontrolle** der Aufträge resp. Fahrzeuge. Der Begriff Kontrolle ist innerhalb des Projekts FlottHIT aber nicht mit der Überwachung der Mitarbeiter gleichzusetzen, d.h., das primäre Ziel ist nicht die Überwachung der Einhaltung von Arbeits- und Pausenzeiten. Im

⁴ Beispiele für solche Probleme findet man im Bereich der Komplexitätstheorie. Sie sind nicht mit einem polynomial wachsenden Aufwand berechenbar und werden deswegen durch Näherungsverfahren gelöst. Solche Verfahren finden im Normalfall keine optimale sondern nur eine annähernd optimale Lösung (suboptimale Näherungsverfahren). Dies ist aber aus dem Grund vertretbar, da für die Kalkulation der optimalen Lösung ein im Vergleich zu dem Nutzen unverhältnismäßig hoher Aufwand nötig wäre. Ein Vertreter solcher Probleme, der im Bereich Logistik Berücksichtigung findet, ist das „Traveling Salesman“-Problem. Einen Überblick über Berechenbarkeit, Komplexitätstheorie und insbes. das Problem des Traveling Salesman findet man in [RRH00], S. 260ff.

Vordergrund steht vielmehr die Abfrage aktueller Auftragsstatistiken zur Unterstützung der kurzfristigen Disposition und die Erfassung der angefallenen Tourenkosten. Diese Daten stellen eine wichtige Grundlage für das betriebsinterne Controlling dar, das sich in folgenden Bereichen instrumentalisieren kann: finanzielles Rechnungswesen, Kosten- und Leistungsrechnung, Investitionsrechnung, Unternehmensplanung, Vor- und Nachkalkulation sowie einem empfangsorientierten Berichtswesen. Neben diesen quantitativen Kontrollkriterien sollen aber auch qualitative nicht vernachlässigt werden. So wird im Projekt auch eine Untersuchung der Qualität hinsichtlich des Kundenservices der Dienstleistungen und des Flottenmanagements angestrebt.

Eine für FlottHIT besonders relevante Aussage in der Definition von Lobenberg und Friedel ist, daß die Integration der organisatorischen Prozesse mit modernen Informationssystemen im Vordergrund steht. Sie impliziert die Unterstützung des Flottenmanagements – insbesondere des Disponenten und der kaufmännischen Geschäftsführung – durch dedizierte rechnergestützte Dispositions-, Steuerungs- und Controlling-Anwendungen. Überdies sollen diese nicht als isolierte Programme sondern als integrierte Lösung vorliegen. FlottHIT geht hierbei aber noch einen Schritt weiter: Im Gegensatz zu reinen Transportunternehmen erfüllt die Fahrzeugflotte in Handwerksbetrieben mehr Aufgaben als nur die reine Beförderung von Gütern von einem Punkt A nach B. Der physische Transport von Gütern bildet nicht das Kerngeschäft des Handwerksbetriebes. Die Kernkompetenz der Handwerker liegt in der Erbringung handwerklicher Leistungen und die Fahrzeuge werden hierbei überwiegend unterstützend benötigt. Deshalb muß die Integration des Flottenmanagements auch die spezifischen Geschäftsprozesse der Handwerksbetriebe mit berücksichtigen. Eine Integration des Flottenmanagements in die Geschäftsprozesse und die eingesetzten Anwendungsprogramme ist erforderlich.

Aus den bisherigen Aussagen läßt sich nun zusammenfassend die Definition des Begriffs Flottenmanagement in FlottHIT aufstellen:

Definition: Flottenmanagement umfaßt die zielgerichtete Disposition, Steuerung und Kontrolle des Fuhrparks einer Organisation oder Organisationseinheit auf Basis der verfügbaren Ressourcen unter Beachtung interner und externer Einflußfaktoren. Im Vordergrund steht hierbei die Integration der Geschäfts- und organisatorischen Prozesse mit rechnergestützten Informationssystemen.

Diese Definition greift im wesentlichen die Aspekte der Definition von Lobenberg und Friedel auf. Neben den bereits diskutierten Änderungen wird in ihr noch die Einschränkung aufgenommen, daß es sich um den Fuhrpark einer Organisation resp. einer Organisationseinheit handelt. Im Rahmen von FlottHIT ist eine Organisation ein Handwerksbetrieb und eine Organisationseinheit ein Teilbereich des Betriebs wie bspw. der Kundendienst.

Die Aufgaben und Tätigkeiten des Flottenmanagements im Handwerk sind im Rahmen dieser Definition – und natürlich auch in realen Handwerksbetrieben - vielschichtig. Zunächst muß der Einsatz der Fahrzeuge disponiert werden. Hierbei ist darauf zu achten, daß die verfügbaren Fahrzeuge optimal auf die kurz- und mittelfristigen Aufträge verteilt werden. Im Handwerk können bspw. Montagefahrzeuge frühzeitig den einzelnen Aufträgen zugeordnet werden. Auch Kundendienstfahrzeuge können schon für frühzeitig bekannte Aufgaben disponiert werden, wobei man bei diesen jedoch berücksichtigen muß, daß sie im Gegensatz zu Montagefahrzeugen mehrere und unterschiedliche Auftragsorte anfahren. Ein Montagefahrzeug fährt im allgemeinen morgens zum Einsatzort und kehrt abends wieder zurück. Die Einsatzorte können über mehrere Tage oder Wochen konstant sein. Ein Kundendienstfahrzeug steuert i.d.R. mehrere unterschiedliche Ziele pro Tag an.

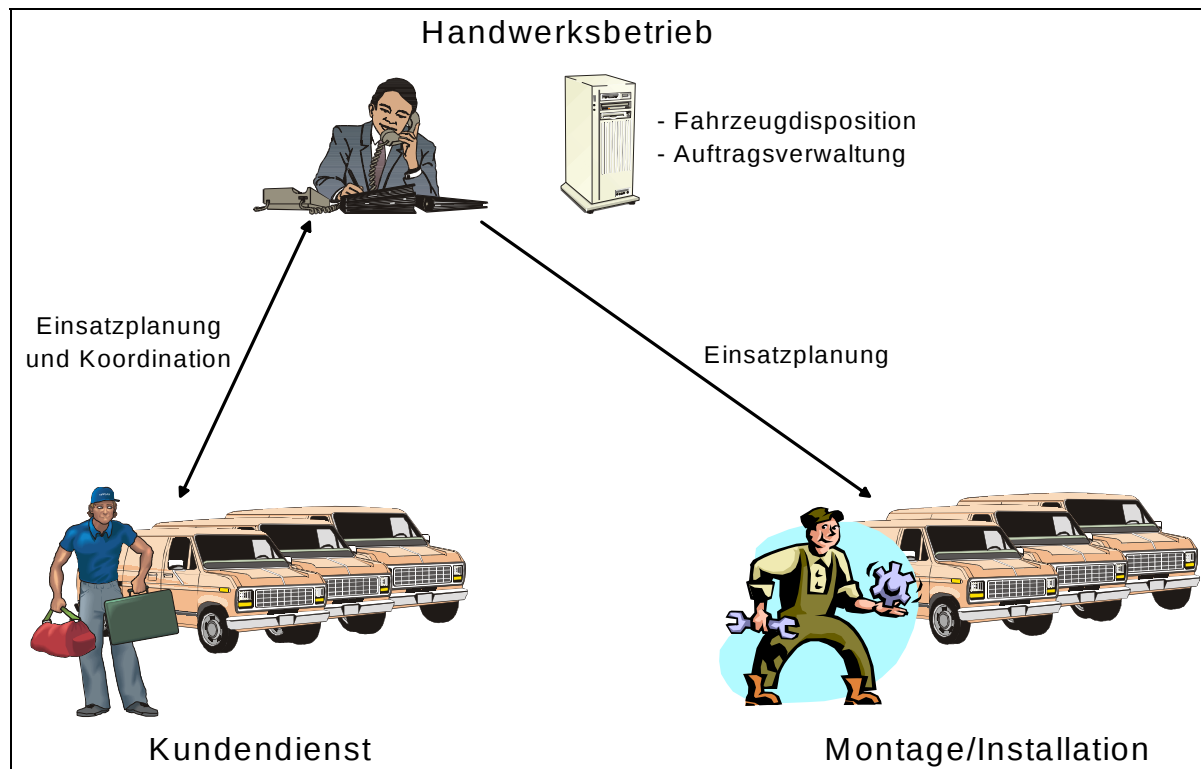


Abbildung 1: Flottenmanagement im Handwerksbetrieb

Eine Besonderheit des Handwerks, und damit eine spezielle Anforderung an das Flottenmanagement im Handwerk, ist die Notwendigkeit, auf kurzfristige Aufträge zu reagieren. Falls bspw. bei einem Kunden ein Störfall⁵ auftritt, muß der Kundendienst schnell reagieren und das nächstgelegene freie Fahrzeug zu diesem Kunden schicken. Um hier schnell und mit möglichst niedrigen Kosten auf solche Aufträge zu reagieren, ist die Einführung von flexiblen Steuerungssystemen notwendig.

Das Umfeld für das Flottenmanagement in kleinen und mittelständischen Handwerksunternehmen ist in Abbildung 1 dargestellt. Bei den Einsatzfahrzeugen wird grob zwischen denen für den Kundendienst und solchen, die hauptsächlich für die Installation und Montage verantwortlich sind, unterschieden. Ein Disponent⁶ in der Zentrale⁷ des Handwerksbetriebs übernimmt die Einsatzplanung und die Koordination der Fahrzeuge. Die weiterführende Beschreibung einer typischen Aufbau- und Ablauforganisation im Handwerk ist aktueller Forschungsgegenstand im Projekt FlottHIT. Die Ergebnisse werden in zukünftigen Berichten konkretisiert und Detailänderungen an der Architektur dokumentiert.

1.4. Aufbau dieses Berichts

Der weitere Verlauf dieses Berichts ist in zwei Teile gegliedert. Zunächst werden in den folgenden 3 Kapiteln technologische Grundlagen im Kontext von Flottenmanagement aufgearbeitet. Anschließend werden in Kapitel 5 kommerziell verfügbare Flottenmanagement unter Rückgriff auf die technologischen Grundlagen vorgestellt und diskutiert. Der technologische

⁵ Ein Störfall kann z.B. ein Wasserrohrbruch sein oder der Ausfall einer Zentralheizung im Winter.

⁶ Disponent steht hier für eine Rolle und soll nicht ausschließen, daß mehrere Personen mit dieser Aufgabe betraut sind.

⁷ Auch der Begriff Zentrale ist hier eher abstrakt zu sehen. Zum einen haben die meisten kleinen und mittelständigen Handwerksbetriebe nur einen Standort. Zum anderen soll hier primär die organisatorische Einheit gemeint sein, die mit Verwaltungsaufgaben betraut ist.

Überblick besteht dabei aus drei Teilen (vgl. Abbildung 2). Kapitel 2 stellt allgemein verfügbare Infrastrukturen für das Flottenmanagement vor. Speziell werden hierbei Infrastrukturen zur Positionsbestimmung und zur mobilen Kommunikation behandelt (Abbildung 2 unten). Diese Infrastrukturen zeichnen sich durch ihre Verfügbarmachung durch private oder öffentliche Träger aus. Sie sind in Deutschland meist flächendeckend verfügbar und die jeweilige Nutzung erfolgt über spezielle Endgeräte. Diese und weitere Geräte im Flottenmanagement üblicherweise eingesetzte Geräte werden in Kapitel 3 als Hardwarekomponenten eines Flottenmanagementsystems vorgestellt (vgl. Abbildung 2 Mitte). In einigen Teilen sind diese Geräte auf die Verfügbarkeit der behandelten Infrastrukturen (Positionierung, Kommunikation) angewiesen. Andere Geräte (Mobile Rechner) können aber von ihrer eigentlichen Funktionalität unabhängig von diesen Infrastrukturen betrachtet werden. Ganzheitlich betrachtet ergibt sich die Grundlage für das Flottenmanagement jedoch ausschließlich aus der Kombination dieser Geräte mit den zugrunde liegenden Infrastrukturen.

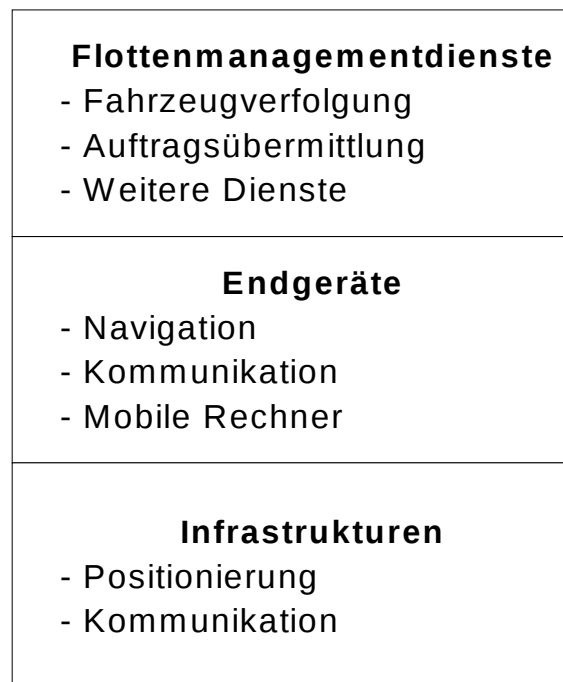


Abbildung 2: Aufbau des Berichts

Auf der obersten Ebene der grundlegenden Betrachtungen liegen jedoch die aus konzeptioneller und wirtschaftlicher Sicht relevanten Dienste eines Flottenmanagementsystems. Diese Dienste bauen auf die Verfügbarkeit der Infrastrukturen und die Installation spezieller Endgeräte auf, wobei diese jedoch nur Mittel zum Zweck sind. Die Dienste stellen für den Nutzer eines Flottenmanagementsystems die unmittelbar verwertbaren Vorteile dar. Sie stellen auf konzeptioneller Ebene die eigentliche Funktionalität des Flottenmanagements dar und werden in Kapitel 4 behandelt. Kapitel 5 beschreibt unter Rückgriff auf die bis dahin vorgestellten Grundlagen kommerziell verfügbare Flottenmanagementlösungen. Dabei wird jeweils der anvisierte Einsatzbereich und die eingesetzten Technologien aufgezeigt. Jede Lösung wird daraufhin im Hinblick auf einen Einsatz im speziellen Kontext des Handwerks beurteilt. Der Bericht schließt in Kapitel 6 mit einer Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse und einem Ausblick.

2. Grundlegende Infrastrukturen

Etablierte Flottenmanagementlösungen sind i.d.R. auf die Nutzung vorhandener Infrastrukturen angewiesen. Zwei Arten solcher Infrastrukturen werden im Verlauf dieses Kapitels vorge-

stellt: Positionierung und Kommunikation. Abschnitt 2.1 diskutiert Grundlagen der Positionierung und führt insbesondere in das globale Positionierungssystem GPS ein. Anschließend werden in Abschnitt 2.2 Kommunikationsinfrastrukturen im allgemeinen und GSM im speziellen dargestellt.

2.1. Positionierung

Methoden zur Positionsbestimmung helfen einem Benutzer bei der Ermittlung seines aktuellen Standortes. Dieser wird bspw. für die Navigation benötigt, ist aber auch für den Disponenten bei der Einsatzplanung seiner Fahrzeuge relevant. Der folgende Abschnitt 2.1.1 führt in aktuelle Positionierungstechniken ein. Anschließend werden in den Abschnitten 2.1.4 und 2.1.5 ausgewählte Techniken – GPS respektive „dead reckoning“ - vorgestellt. Abschnitt 2.1.6 faßt die Positionierungstechniken unter dem Gesichtspunkt des Flottenmanagements zusammen.

2.1.1. Einführung in Positionierungstechniken

Methoden zur Bestimmung eines Standortes haben eine lange Tradition. Bereits im Altertum wurden Positionen anhand von Landmarken oder Leuchfeuern bestimmt (vgl. [Sch99], S. 3). Im Laufe der Zeit wurde die Positionsbestimmung durch ausgereifere technische Instrumente verfeinert. Beispiele hierfür sind der seit mehr als 1000 Jahren bekannte Magnetkompaß, der Sextant und nicht zuletzt der Kreiselkompaß (vgl. [Zol99], S. 1). Der technische Fortschritt ermöglichte die Entwicklung weiter ausgereifter Ortungssysteme. Drane und Rizos nennen drei prinzipielle Verfahren (vgl. [DrRi98], S. 22 ff.):

- Landmarken (signpost systems)
- Wellenbasierte Systeme (wave-based systems)
- Dead reckoning systems

Positionierungssysteme mit Landmarken haben für kommerzielle Flottenmanagementsysteme eine geringe Bedeutung. Aufgrund des hohen Installationsaufwandes für die Landmarken werden sie überwiegend im öffentlichen Bereich und – zunächst – nur lokal begrenzt eingesetzt. Der folgende Abschnitt 2.1.2 beinhaltet aus diesem Grund nur einen prinzipiellen Überblick. Anschließend werden in Abschnitt 2.1.3 wellenbasierte Positionierungssysteme vorgestellt. Ein herausragendes System ist GPS (Global Positioning System), welches in Abschnitt 2.1.4 thematisiert wird. Das dritte und letzte Positionierungsverfahren, dead reckoning, wird in Abschnitt 2.1.5 behandelt.

2.1.2. signpost systems

Die Positionierung mit Landmarken stellt konzeptuell eine rudimentäre Form der Positionsbestimmung dar. Prinzipiell beruht sie darauf, einen markanten Punkt zu identifizieren, in dessen Nähe man sich gerade befindet. Die einfachste Art der Positionsbestimmung anhand markanter Punkte ist weithin bekannt: Zur Orientierung in einer Stadt sucht man sich einen bekannten Punkt in der Nähe (bspw. der Bahnhof) und nutzt diesen beim Nachschlagen auf einem Stadtplan oder als Anhaltspunkt für einen telefonischen Gesprächspartner, der einem den Weg zu einem anderen Ort weisen soll. Die Anwendung hierfür beschränkt sich aber nicht nur auf telefonische Wegführungen („Ich stehe gerade vor dem Hauptbahnhof. Wie gelange ich zu Ihnen ins Hotel XY?“), sondern kann mit technischer Unterstützung für moderne Verkehrsleit- und -informationssysteme eingesetzt werden. Letztere werden derzeit in verschiedenen Projekten aus dem Bereich Verkehrsmanagement eingesetzt und evaluiert. Hierbei werden an relevanten Streckenpunkten Signalisierungsbaken installiert. In den Fahrzeugen werden einfache Sende- und Empfangsgeräte montiert. Als Medium zur Kommunikation zwischen Baken und den Geräten in den Fahrzeugen können Infrarot- oder

schen Barken und den Geräten in den Fahrzeugen können Infrarot- oder Funkübertragungen genutzt werden. Das herausragende Merkmal dieser Art der Positionsbestimmung ist, daß die Genauigkeit von der Dichte der Landmarken bestimmt wird. Es findet i.d.R. keine Distanzmessung zwischen Marke und zu ortendem Objekt statt.

Positionierungssysteme mit Landmarken erfordern einen hohen Aufwand zur Installation der Signalbarken. Auch sind die Landmarken auf feste Verkehrsverläufe beschränkt, so daß diese Art der Positionierung überwiegend auf öffentlichen Verkehrswegen von den jeweils zuständigen öffentlichen Einrichtungen etabliert werden⁸. Somit entsteht die Motivation für landmarkenbasierte Positionierungssysteme aufgrund öffentlicher Interessen, wie nutzungsabhängige Tarifierung für die Straßenbenutzung oder intelligente Verkehrsleitsysteme in Ballungsräumen. Solche Systeme haben derzeit überwiegend Pilotcharakter, d.h. es existiert keine flächendeckende und öffentlich verfügbare Infrastruktur. Dem hohen Installationsaufwand für die Infrastruktur stehen geringe Kosten für die Ausstattung der Fahrzeuge gegenüber. Die im Fahrzeug montierte Sende- und Empfangseinheit ist technisch einfach aufgebaut und stellt keine hohen Ansprüche an Sendeleistung und Empfangsqualität, da die Entfernung zu den Funkbarken gering ist.

2.1.3. Wave-based Systems

Wellenbasierte Verfahren bestimmen die Position anhand von elektromagnetischen Wellen, die von festgelegten Referenzstationen ausgestrahlt werden. Ein prominentes Beispiel für solch ein Verfahren ist das Radar (*radio detecting and ranging*). Eine Radarstation sendet Funkwellen (*radio*) aus, die von einem zu ortenden Objekt reflektiert werden (*detecting*). Anhand der Zeitdifferenz zwischen Senden des Signals und Empfangen der Reflexion und der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Funkwellen kann die Entfernung zu dem Objekt berechnet werden (*ranging*). Die Zeitdifferenz wird von der Radarstation gemessen. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit ist die Lichtgeschwindigkeit und somit bekannt. Mit Radar kann eine Objekt aber systemimmanent nicht die eigene Position bestimmen, sondern das System kann nur zur Ortung anderer Objekte eingesetzt werden. Drane und Rizos sprechen in einem solchen Fall von *remote positioning* (Fremdortung), d.h. die Position eines Objektes wird extern ermittelt (vgl. [DrRi98], S. 22). Kann ein mobiles Objekt seine Position selbst bestimmen spricht man von *self-positioning* (Selbstortung). Für die Selbstortung mit wellenbasierten Ortungssystemen werden mehrere Referenzstationen installiert, die definierte Funksignale aussenden. Zur Positionsbestimmung werden in der Praxis zwei prinzipielle Verfahren eingesetzt. Man kann die verschiedenen Richtungen zu festen, räumlich weit entfernten Referenzstationen und anhand der Winkel zwischen diesen Richtungen die Position ableiten. Andere Systeme nutzen die Messung von Laufzeitverschiebungen zwischen den Signalen fester Stationen. Im folgenden werden einige etablierte Systeme exemplarisch vorgestellt.

2.1.3.1. Funkpeilung mittels NDB

Die Funkpeilung stammt aus der Fliegerei. Auf der Erdoberfläche sind dazu sogenannte ungerichtete Funkfeuer („*non-directional beacons*“, NDBs) installiert, die Funkwellen in alle Himmelsrichtungen ausstrahlen. Spezielle Empfangsgeräte („*automatic direction finder*“, ADF) im Flugzeug ermitteln bei Empfang der Funkwellen, aus welcher Richtung diese kommen, und zeigen die Richtung auf einem Instrument an.

⁸ Die deutschen Bundesautobahnen (BAB) werden von Autobahnmeistereien gepflegt, die ländereigenen Autobahnämtern unterstellt sind. Diese wiederum sind untergeordnete Einheiten der Landes-Straßenbauämtern. Den Straßenbauämtern unterstehen zudem die Straßenmeistereien, die für den Unterhalt von Bundes-, Land- und Kreisstraßen zuständig sind. Die Wartung kommunaler Straßen obliegt den jeweiligen Kommunen.

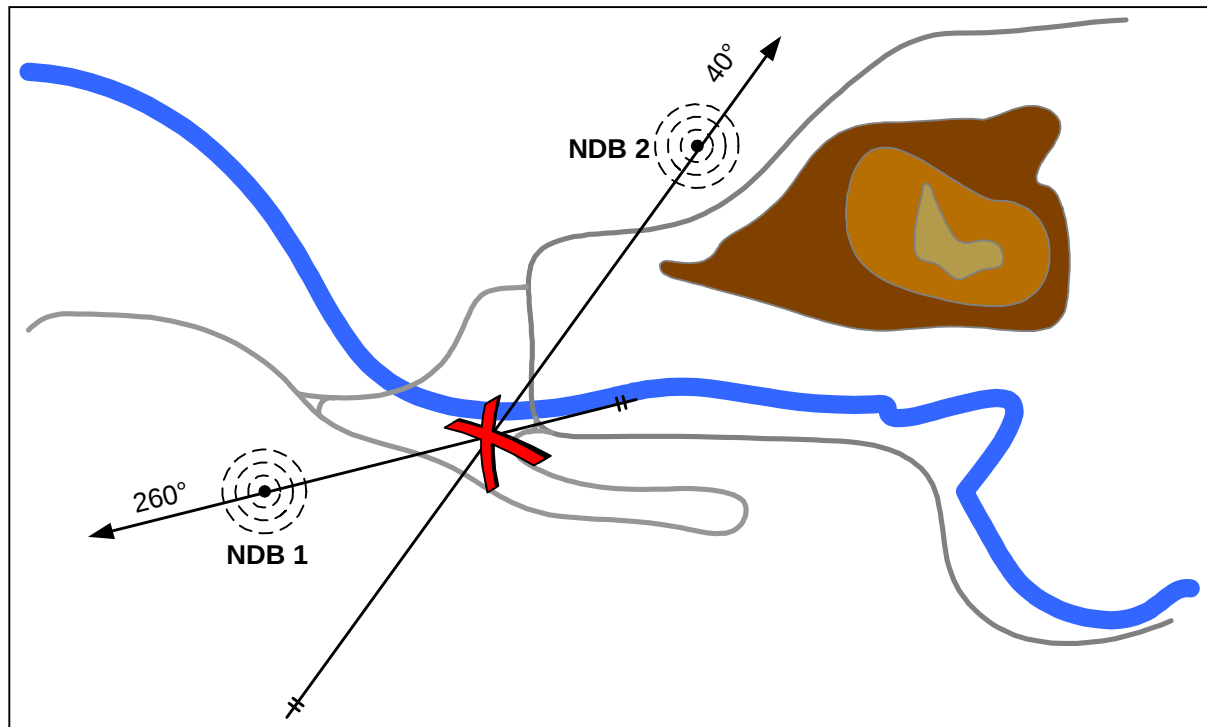
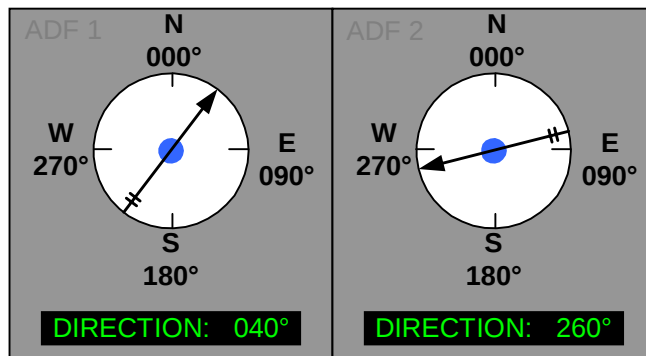


Abbildung 3: Funkpeilung mit ADF

So, wie ein Kompaß mit einer Nadel zum magnetischen Nordpol zeigt, zeigt die Nadel eines ADF-Anzeigegerätes zum Funkfeuer und man erhält dadurch eine Peilung. Durch das Anpeilen zweier NDB kann die aktuelle Position durch die Ermittlung des Schnittpunktes der beiden sog. Standlinien festgestellt werden (siehe Abbildung 3). Die ADF-Anzeigegeräte 1 und 2 zeigen den Kurs zu den beiden NDB an (ADF 1 zeigt Richtung zu NDB 1, ADF 2 zu NDB 2). Das Einzeichnen der beiden Richtungen als Linien (eben die Standlinien) in eine Karte (in Abbildung 3 unten) ergibt einen Schnittpunkt. Dieser entspricht der aktuellen Position des Fahrzeugs.

Die Funkpeilung wird auch heute noch in der Fliegerei eingesetzt. Zur Anwendung von bodengebundenen Fahrzeugen (PKW, LKW) ist die Funkpeilung nicht geeignet, da sie zum einen ungenauer ist als andere Methoden, zum anderen existieren nur wenige NDBs, so daß ein kontinuierlicher Signalempfang vor allem in Tälern, und Städten nicht gewährleistet ist.

2.1.3.2. VOR, VOR-DME, VORTAC, TACAN

Gleiches gilt für die Standortbestimmung mit UKW-Drehfunkfeuern (sogenannte VORs, „VHF⁹ omnidirectional radio beacons“). UKW-Drehfunkfeuer setzen ein Bündel von 360 Signalen auf verschiedenen Frequenzen in 360 verschiedene Richtungen entsprechend den 360° eines Vollkreises ab. Jedes Signal entspricht einer Richtung von und zum Funkfeuer (man nennt dies einen Radial). Ein Radial kann man sich vorstellen als eine künstliche „Straße“, die am Funkfeuer beginnt oder endet. Ein entsprechendes Empfangsinstrument im Fahrzeug stellt fest, wie weit das Fahrzeug von einem vorher auf diesem Instrument eingedrehten Radial abweicht, sprich wie weit das Fahrzeug nach rechts oder links von der „Straße“ abgekommen ist. Einige UKW-Drehfunkfeuer verfügen zudem über eine Entfernungsmeßeinrichtung („distance measurement equipment“, DME) und heißen dann abgekürzt VOR-DME oder VORTAC (Zusammensetzung aus **VOR** und **TACAN** (s.u.)). Zur Berechnung der Entfernung eines Fahrzeugs zu einem VOR-DME bzw. VORTAC sendet das Fahrzeug auf der Frequenz des VOR-DME/VORTAC ein Signal aus. Das VOR-DME/VORTAC sendet das Signal zurück an das Fahrzeug, so daß dieses aus der Signallaufzeit (Zeit zwischen Absenden und Rückempfang des Signals) die Entfernung zum VOR-DME/VORTAC kalkulieren kann. Sobald man für zwei VORs festgestellt hat, auf welchem Radial man sich jeweils befindet, ist die Position des Fahrzeugs eindeutig festgelegt (ähnlich wie es bei der Funkpeilung mit NDB der Fall ist).

Das TACAN (**tactical air navigation**) ist eine weitere Art eines gerichteten Funkfeuers und soll nur der Vollständigkeit halber hier erwähnt werden. Für die Ortung eines Bodenfahrzeugs eignen sich die gerichteten Funkfeuer jedoch ebenso wenig, wie bereits die ungerichteten Funkfeuer, und zwar aus den gleichen Gründen.

2.1.3.3. LORAN-C

Das System LORAN-C (LORAN ist die Abkürzung für „**Long Range Navigation**“) ist eine Abwandlung des VOR für die Langstreckenpeilung. LORAN-C besteht aus Ketten von 3 bis 6 Sendern, die jeweils 600 bis 800 Seemeilen¹⁰ voneinander entfernt errichtet werden und jeweils eine Reichweite von etwa 1000 Seemeilen besitzen.

⁹ VHF steht für **very high frequency**. Dies entspricht dem deutschen Begriff UKW (Ultrakurzwelle)

¹⁰ 1 Seemeile = 1,852 Kilometer. Abkürzung für eine Seemeile: nm („nautical mile“)

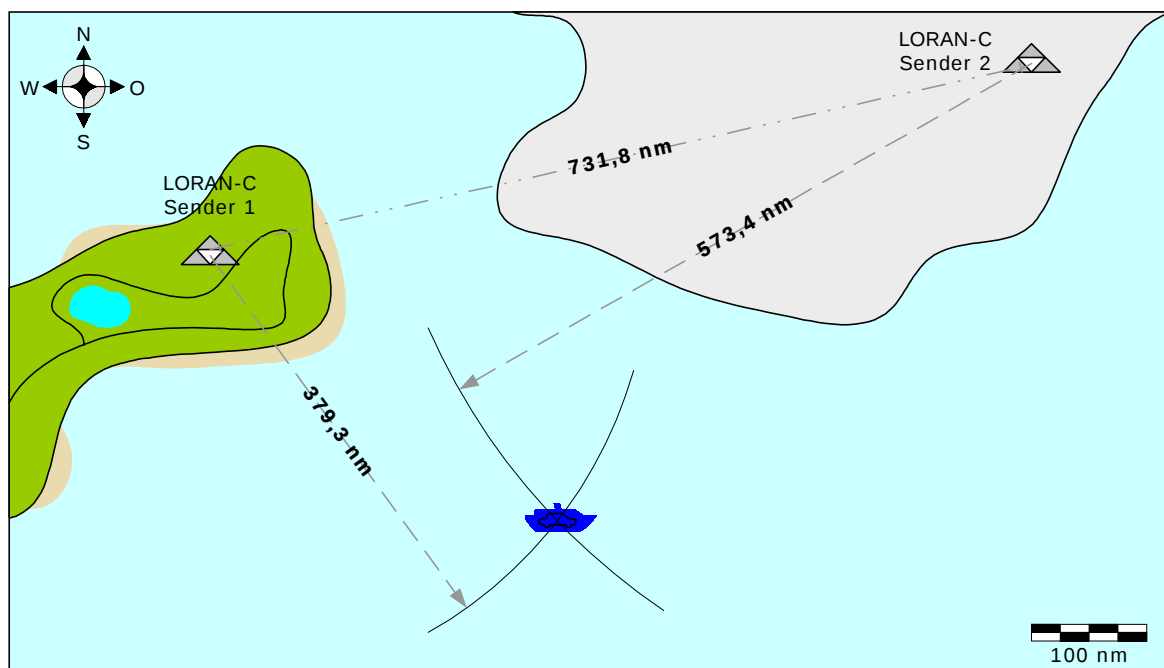


Abbildung 4: Ortung mit LORAN-C

Den Sendern wird ein Signal von dem zu ortenden Objekt gesandt, welches von den Sendern reflektiert wird. Aus der Laufzeit des Signals kann die Entfernung zum LORAN-C Sender gemessen werden (ähnlich dem DME). Nun werden Kreisausschnitte mit Radien, die den Entfernungen zu den empfangenen LORAN-C Sendern entsprechen, um die Sender gezeichnet¹¹. Bei der Anpeilung mehrerer Sender läßt man die Kreisausschnitte sich schneiden. Der Schnittpunkt entspricht der Position des zu ortenden Objekts. Abbildung 4 zeigt die Vorgehensweise mit 2 LORAN-C Stationen. Es werden in der Realität mindestens 3 LORAN-C Stationen benötigt¹². Die Genauigkeit der Ortung mittels LORAN-C liegt zwischen 15-90 Meter, bei Anwendung besonderer Verfahren sind Genauigkeiten im Bereich 3 – 22 Meter erreichbar (vgl. [LeBa99], S. 117).

LORAN-C zeigt weitaus bessere Signalausbreitungseigenschaften als die üblichen Funknavigationsanlagen. Geographische und künstlich erstellte Strukturen (sprich Landerhebungen, Gebäude etc.) stellen – bis auf einige vorhehrberechenbare Ausbreitungsanomalien – kein Problem dar ([LeBa99], S. 117), so daß LORAN-C auch in tiefen Tälern und (Häuser-) Schluchten noch funktioniert. Signalabschattungseffekte findet man eher selten.

2.1.4. GPS

Einen gänzlich anderen Weg als die bisher beschriebenen Techniken geht das „*global positioning system*“ (GPS). . GPS ist das bekannteste unter den satellitengebundenen Ortungsverfahren (weitere Verfahren: Galileo, GLONASS). GPS läßt sich aufteilen in drei Segmente (vgl. [EvPi99], S. 1):

- Das Raumsegment wird von insgesamt 24 Satelliten gebildet, die auf Umlaufbahnen in einer Höhe von 20.200 km über der Erde kreisen.

¹¹ Dies gilt nur, wenn man die Positionsrechnung per Hand ausführt. Ansonsten wird die Position durch einen Bordcomputer ermittelt.

¹² Beim Schnitt zweier Kreise oder Kreisausschnitte können 2 Schnittpunkte existieren. Bei 3 Kreisen bzw. Kreisausschnitten gibt es, wenn überhaupt, maximal einen gemeinsamen Schnittpunkt, womit die Position eindeutig bestimmt ist.

- Das Kontrollsegment besteht aus fünf „*monitor stations*“ und einer „*master control station*“ auf einer Militärbasis in Colorado Springs, USA ([Schö99]). Sie sind für die Steuerung der Laufbahnen der GPS-Satelliten verantwortlich.
- Das Nutzersegment enthält die GPS-Empfänger, die in Fahrzeugen und Containern montiert sein können, oder von Einzelpersonen, militärischen Truppenteilen etc. mitgeführt werden.

Das GPS-Ortungsverfahren funktioniert in der Theorie ähnlich wie die Ortung mittels LORAN-C. Die Funkstationen sind im Weltall verteilt in Form von Satelliten (Raumsegment). In Sekundenabständen sendet ein GPS-Satellit Wellen mit einem aufmodulierten Uhrzeitsignal, das von einer hochpräzisen Atomuhr im Inneren des Satelliten erzeugt wird. Ein GPS-Empfänger im zu ortenden Objekt (innerhalb des Nutzersegments) empfängt das Lichtgeschwindigkeit schnelle Signal und ermittelt, ebenfalls mit einer Uhr¹³, die Empfangszeit. Aus der Sendezeit, die im GPS-Signal enthalten ist, und der selbst ermittelten Empfangszeit wird die Laufzeit des Signals ermittelt.

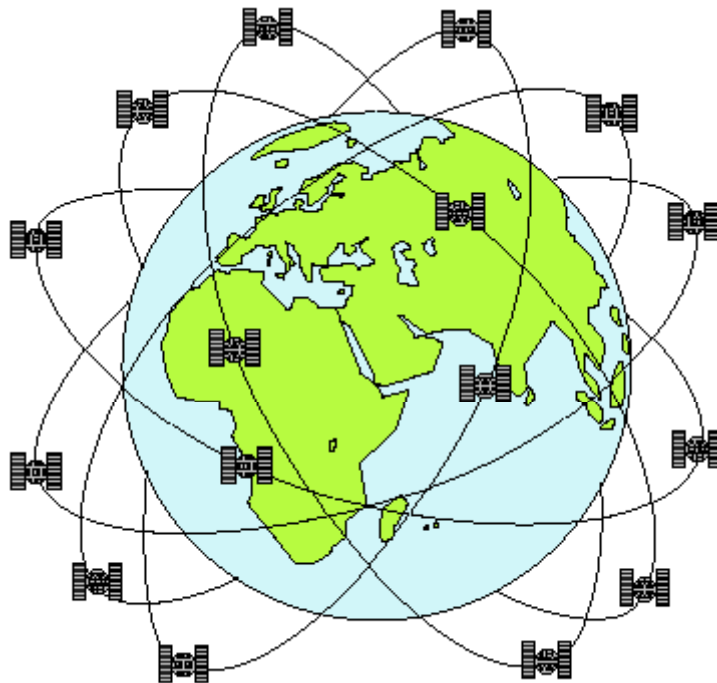


Abbildung 5: Mögliche Satellitenkonstellation im Raumsegment

Aus der Laufzeit wird die Entfernung des Empfängers zum Satelliten berechnet. Durch Anpeilung mehrerer Satelliten (jeder Satellit ist dabei mit einer eigenen Identität in Form einer eindeutigen Nummer ausgestattet), läßt sich aus der Position der Satelliten (festgelegt durch die Stationen im Kontrollsegment) und der Entfernung des Ortungsobjekts von den Satelliten die genaue Position des Objekts, nicht nur auf der Erde, sondern auch in darüber liegenden Sphären, in drei Raumkoordinaten feststellen¹⁴. Hierin liegt auch die zusätzliche Eignung für den Luftverkehr begründet.

¹³ Es handelt sich jedoch hierbei nicht um eine Atom-, sondern um eine Quarzuhr. Die Quarzuhr des Empfängers und die Atomuhr im Satelliten werden jedoch regelmäßig synchronisiert, denn ohne eine hochgenaue Synchronisation funktioniert das GPS (und auch das GLONASS) nicht.

¹⁴ Theoretisch müßte das auch mittels VOR-DME/VORTAC funktionieren, wenn man mindestens 3 Funkfeuer inklusive derer DME-Signale empfängt. Praktisch existieren jedoch meines Kenntnisstandes nach keine Emp-

2.1.4.1. Genauigkeit von GPS

Ursprünglich lag die Ortungsgenauigkeit innerhalb des GPS bei ca. 100 Metern in der Horizontalen und 156m in der Vertikalen. Diese doch recht große Ungenauigkeit des GPS kommt dadurch zustande, daß das US Verteidigungsministerium den Satellitensignalen Störsignale überlagerte¹⁵, die eine genauere Ortung für potentielle militärische Gegner verhindern sollte. Die künstliche Verschlechterung der GPS-Genauigkeit für nicht-US-militärische Nutzer wird mit dem Begriff „selected availability“ (SA) bezeichnet. Nur die US-Militärs erhielten ein exakteres Signal¹⁶. Seit dem 1. Mai 2000 (vgl.[Sm00]) sind die Störsignale jedoch abgeschaltet, so daß Ortungen bis in einen Bereich von 22 Metern in der Horizontalen und 27 Metern in der Vertikalen möglich sind¹⁷ (vgl. [LeBa99], S. 19).

Selbst diese Genauigkeit reicht für die viele Anwendungen nicht aus. Im Straßenverkehr liegen Straßenzüge oft weniger als 22 Meter auseinander, die Erfassung von Punkten, an denen in andere Straßen abgelenkt werden muß, kann bei der (Un-)Genauigkeit des GPS nicht ohne weiteres in ausreichender Qualität geleistet werden. Ortungen mit GPS müssen durch Aufsetzen weiterer Verfahren genauer gemacht werden.

2.1.4.2. DGPS

Eine in vielen Navigationssystemen verwendete Möglichkeit zur Verbesserung der Ortungsgenauigkeit ist die Kombination des GPS mit einer feststehenden Bodenstation. Die Position der Bodenstation ist exakt bekannt. Die Bodenstation empfängt, wie alle zu ortenden Objekte, GPS-Signale von einigen Satelliten. Die mit geodätischen Verfahren vermessene exakte Position der Bodenstation wird mit der mittels GPS ermittelten Position verglichen und der GPS-Fehler analysiert. Aus dem Fehler, d.h. dem Unterschied zwischen der durch das GPS ermittelten Position und der tatsächlichen Position der Bodenstation, werden Korrekturdaten ermittelt und an die zu ortenden Objekte gesendet. Diese können nun die Korrekturdaten dazu verwenden, ihrerseits die eigene durch GPS ermittelte Position zu korrigieren (vgl. Abbildung 6).

fangsgeräte, die solche Auswertungen durchführen. Auch wenn es theoretisch möglich ist, wird es praktisch nicht gemacht.

¹⁵ Das Verschlechtern des Signals für nicht US-militärische Verwendung wird „selective availability“ genannt.

¹⁶ Der GPS-Dienst für das US-Militär wurde damals mit PPS (precise positioning service), das für alle anderen Nutzer SPS (standard positioning service) bezeichnet.

¹⁷ Prinzipiell ist eine Genauigkeit von 0,2 Millimetern (!) möglich (vgl. [Sch99])

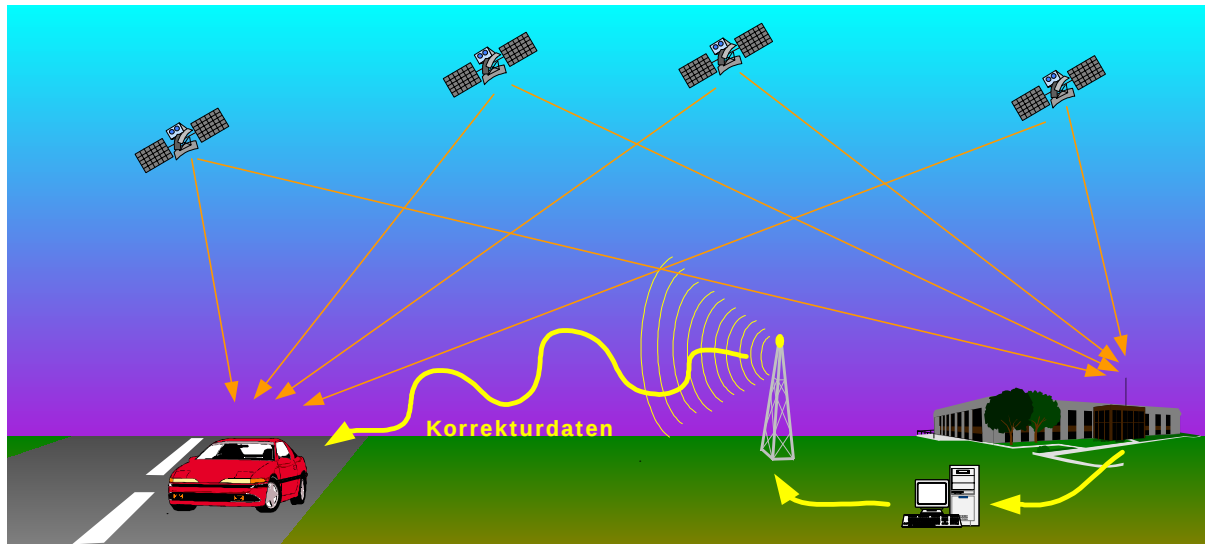


Abbildung 6: Funktionsprinzip DGPS

Durch Anwendung des differentiellen Verfahrens mit dem Namen DGPS („differential GPS“) kann eine Ortungsgenauigkeit im Zentimeterbereich erreicht werden¹⁸.

2.1.4.3. Weitere satellitengestützte Positionierungssysteme

Neben dem vom US Verteidigungsministerium betriebenen GPS verfügt die russische Föderation über ein auf dem gleichen Prinzip beruhendes System: GLONASS („**g**lobal **n**avigation **s**atellite system“). Ein Satellitenortungssystem namens *Galileo* unter europäischer Führung befindet sich zur Zeit in der Planung. Tabelle 1 faßt wichtige Eckdaten von GLONASS und GPS zusammen.

	GPS	GLONASS
Anzahl Satelliten	24	24
Satelliten in Betrieb	24	12
Umlaufbahnen	6	3
Höhe der Umlaufbahnen	20.200km	19.200km
Umlaufzeit pro Satellit	12h	11h 45min
Künstliche Signalverschlechterung	Nicht mehr	Nein
Koordinatensystem	WGS 84 ¹⁹	PZ-90

Tabelle 1: Eckdaten von GPS und GLONASS

2.1.5. Dead Reckoning und INS

Dead Reckoning Systeme basieren auf der fortwährenden Berechnung von Positionsänderungen ab einer vorher definierten Position. Zunächst wird ein Dead Reckoning System auf eine Position, den Nullpunkt, geeicht. Wird das System mit einer bestimmten Geschwindigkeit in eine bestimmte Richtung über einen bestimmten Zeitraum hinweg bewegt, so läßt sich daraus die in diese Richtung zurückgelegte Entfernung berechnen. Der resultierende Vektor (Richtung, Entfernung) wird auf die letzte berechnete Position addiert und man erhält eine neue Position

¹⁸ Die ARD bietet in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgemeinschaft für Vermessungsverwaltung der Bundesländer (AdV) einen Dienst an, der kostenlos die genannten Korrekturdaten über RDS (Daten werden über UKW-Rundfunk gesendet) liefert (vgl. [Ref.](#), S. 16).

¹⁹ World Geodetic System 1984

Einige Navigationssysteme auf dem Markt verbessern durch Anwendung von Dead Reackoning-Methoden die durch ein GPS ermittelte Position und schreiben die aktuelle Position für den Fall kurzer GPS-Empfangsprobleme (z.B. Schluchten, zwischen Hochhäusern etc.) fort. Hier wird häufig mit der Geschwindigkeit messenden Radsensoren oder mit einem vom Tachometer abgegriffenen Signal gearbeitet.

In der Luftfahrt werden seit langem Trägheitsnavigationssysteme als Basis eingesetzt. In der Fachsprache wird ein solches System englisch „inertial navigation system“ oder kurz INS genannt. Ein INS ist vollkommen unabhängig von Sendern, Empfängern oder sonstigen auf der Erdoberfläche, im Luftraum oder im All befindlichen Geräten bzw. Stationen. Das gesamte System befindet sich im Inneren des zu ortenden Fahrzeugs. Ein INS besteht zunächst aus einer Menge von Kreisel. Mit diesem Kreiselssystem können Drehung um die Hoch-, Längs- und Querachse sowie Vertikal-, Lateral- und Longitudinalbeschleunigungen (also alle 6 möglichen Freiheitsgrade, wie in Abbildung 7 dargestellt) gemessen werden. Hinzu kommen Drehratensensoren (Gyroskope, s. Drane und Rizos, S. 90ff.), welche die Drehung des Fahrzeugs um seine drei Achsen messen. Die Rollrate entspricht der Drehgeschwindigkeit um die Längsachse, die Nickrate entspricht der Drehgeschwindigkeit um die Querachse, die Gierrate entspricht der Drehgeschwindigkeit um die Hochachse des Fahrzeugs.

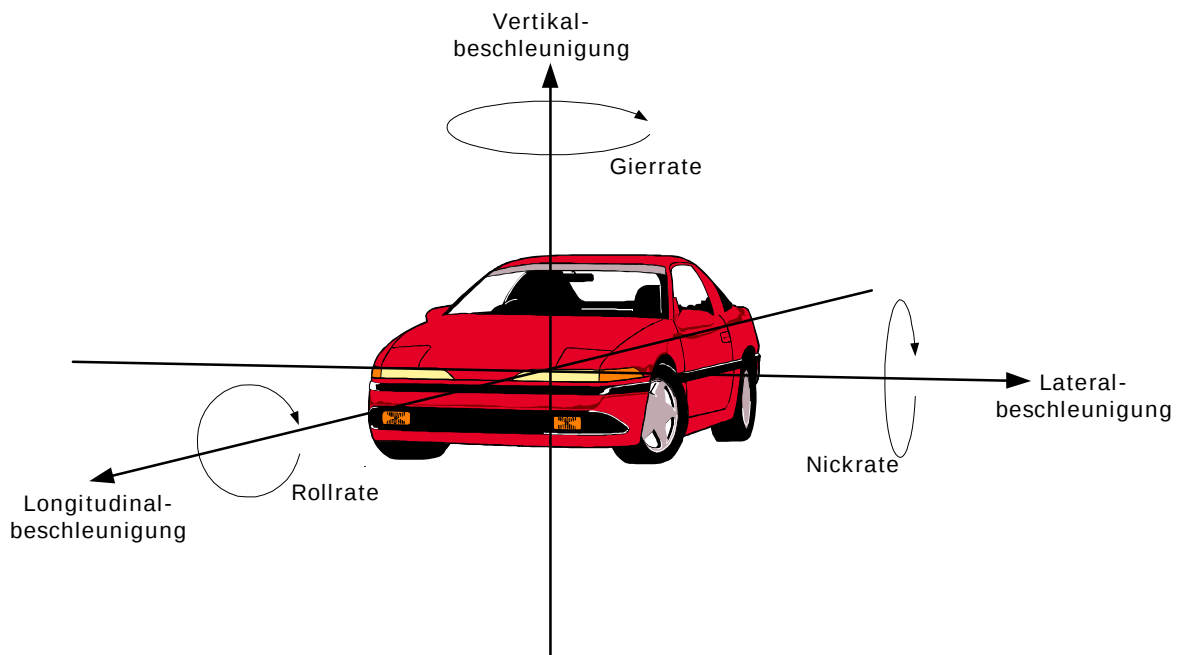


Abbildung 7: 6 Freiheitsgrade, für die INS Sensoren bereitstellt

Aufgrund der ermittelten Drehraten und Beschleunigungen werden von einem Bordcomputer aktuelle Geschwindigkeiten (in alle Richtungen) mitgeführt. Wenn einmal die exakte Position des Fahrzeugs bekannt ist, kann durch Hinzufügung von Geschwindigkeitsänderungen die Positionsänderung und damit augenblickliche Position des Fahrzeugs berechnet werden (Koppelnavigation, Dead Reckoning).

2.1.6. Zusammenfassung

Von den vorgestellten Verfahren lassen sich zur Zeit das INS und das GPS (und seine verwandten Techniken) für das *self positioning* eines Bodenfahrzeugs geeignet. Die Erdbundenen Verfahren weisen Mängel im Bereich der Genauigkeit und der Signalabdeckung in Bodennähe auf.

Die Wahl zwischen den beiden Positionsbestimmungsverfahren GPS und INS fällt zur Zeit fast ausschließlich auf GPS (so auch im Projekt FlottHIT). GPS bietet eine durchaus ausreichende Genauigkeit und die Empfangsgeräte sind zudem zu recht günstigen Preisen im Handel erhältlich. Trägheitsnavigationssysteme bieten den Vorteil, vollkommen autonom und ohne jeden äußeren Bezugspunkt eingesetzt werden zu können.

Trägheitsnavigationssystem mit ausreichender Genauigkeit der Positionsermittlung sind zur Zeit jedoch nicht erschwinglich. Zwar kann sich dies ändern, jedoch birgt INS eine weitere, diesmal prinzipielle, versteckte Schwäche: Minimale Fehler in der Positionsermittlung addieren sich stetig zu immer größeren Abweichungen. Diese sich kumulierenden Fehler bezeichnet man als „drift“ (vgl. [DrRi98], S. 26).

2.2. Kommunikation

Für das Flottenmanagement ist neben der Ortung von Fahrzeugen auch eine leistungsfähige Kommunikationsinfrastruktur notwendig. Über diese Kommunikationsinfrastruktur tritt die Zentrale eines Handwerksbetriebs mit den Mitarbeitern bzw. ein Rechner in der Zentrale mit den in den Fahrzeugen vorhandenen Navigations- bzw. Positionsermittlungsgeräten sowie möglicherweise weiteren On-Board-Geräten in Kontakt. Hier sind mobile Kommunikationslösungen gefordert. In den folgenden Abschnitten werden deshalb Lösungen im Bereich der Mobilkommunikation erläutert. Abschnitt 2.2.1 beschreibt die derzeit üblichen Mobilfunknetze auf GSM-Basis. Als Alternative dazu betrachten wir in Abschnitt 2.2.2 den Bündelfunk, der z.B. oft bei Taxi-Unternehmen Verwendung findet. Schließlich werden die Möglichkeiten des Internet als (insbesondere mobile) Plattform für das Flottenmanagement erörtert.

2.2.1. GSM

Die Kommunikation zwischen Navigationssystem und einem Rechner in der Kundendienstzentrale kann prinzipiell über eine Direktverbindung oder ein Mobilfunknetz erfolgen. Der Direktanschluß über ein Kabel (bspw. eine serielle Verbindung gemäß RS232) unterliegt jedoch der Restriktion, daß sich die mobile Einheit räumlich nahe des Rechners befinden muß. Ein entfernter Zugriff ist somit nicht möglich. Trotzdem soll diese Möglichkeit nicht vernachlässigt werden, da hierdurch eine kostengünstige Übertragung von Auftragsdaten möglich ist. Für die Kommunikation mit entfernten mobilen Einheiten stehen in Deutschland verschiedene Mobilfunknetze zur Verfügung (vgl. hierzu [Meh96]): analoger und digitaler Bündelfunk, Funkdatennetze (MODACOM), GSM²⁰ sowie zukünftig UMTS²¹. Gegenüber einer Direktanbindung fallen jedoch beim Mobilfunk laufende Kosten an und die flächendeckende Verfügbarkeit ist je nach Netz nicht vollständig gewährleistet.

Aufgrund der großen Verbreitung nimmt das GSM-Netz bei Anbietern von Flottenmanagementlösungen einen hohen Stellenwert ein²². Ursprünglich war dieses als Netz zur mobilen Sprachkommunikation konzipiert und die Datenkommunikation wurde nur in rudimentärer Form berücksichtigt. Dies spiegelt sich in der im Vergleich zu heutigen Verhältnissen sehr

²⁰Die Abkürzung GSM steht für *Global System for Mobile Communications* und bezeichnet den in Europa am weitesten verbreiteten Standard für mobile Telekommunikation (vgl. [MKS97], S. 198).

²¹UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) wird ein Mobilfunknetz der dritten Generation sein und u.a. höhere Übertragungsraten als bisherige Netze bieten (vgl. [MKS97], S. 225).

²²Weitere Alternativen wären bspw. Modacom oder digitaler Bündelfunk. Ersterer wird jedoch weiter nicht diskutiert, da Modacom in absehbarer Zeit eingestellt wird. Auch digitaler Bündelfunk kann im Rahmen des Projektes nicht genutzt werden, da z.Z. keine flächendeckende Infrastruktur in den durch die beteiligten Handwerksbetriebe abgedeckten Gebiete existiert.

niedrigen Übertragungsrate von 9,6kbps²³ wieder. Zum Zeitpunkt der Normierung von GSM stellte dieser Wert zwar das maximal mögliche an Datenrate dar, jedoch sind heute Übertragungsraten von 57,6kbps (analoges Modem) oder 64kbps im ISDN (bei Bündelung von zwei Kanälen sogar 128kbps) durchaus üblich. Nichtsdestotrotz stellt die geringe Geschwindigkeit nur das kleinere Hemmnis für den Einsatz von GSM im Flottenmanagement dar. Vielmehr ist die zeitabhängige Tarifierung der Datenübertragung dem Anwendungsbereich nicht angemessen, da die Steuerungs- und Kontrolldaten des Flottenmanagements nicht in zusammenhängenden Datenströmen sondern in kleinen zeitlich verzögerten Paketen übermittelt werden. Hierbei wäre aus Benutzersicht eine ausschließlich paketerorientierte Abrechnung nach Datenvolumen adäquat, wie beispielsweise im kostengünstigen Funkdatennetz MODACOM.

Als Alternative steht zur Zeit innerhalb der GSM-Netze der Nachrichtendienst SMS (engl. Short Message Service) zur Verfügung, der eine Möglichkeit zur asynchronen Kommunikation darstellt. Informationen werden hierbei nicht direkt über eine aufzubauende Wahlverbindung zwischen Flottenmanagement-Zentrale und mobiler Einheit ausgetauscht, sondern als kurzes Nachrichtenpaket direkt an den jeweiligen Empfänger adressiert. Die Abrechnung seitens des Mobilfunkanbieters erfolgt pro abgesandte Kurznachricht, wobei der Inhalt jedoch auf maximal 160 Zeichen beschränkt ist. Zur Übermittlung einer Positionsangabe in Form von globalen Koordinaten ist diese Einschränkung jedoch weniger relevant. Kritisch wird erst das Bearbeiten des Adreßbuchs im Navigationssystem oder die konsekutive Übertragung mehrerer Zielpunkte. Solange noch keine paketerorientierten Verfahren zur Datenübertragung auf breiter Basis installiert sind, stellt der SMS im GSM noch die interessanteste Alternative dar.

Für große Flotten kann die Ortungsdatenübermittlung per SMS ein Problem darstellen, da, vor allem bei kurzen Ortungsintervallen, die GSM-Zelle, in der die Flottenmanagementzentrale liegt, von SMS überhäuft und so überlastet wird. Um dies zu vermeiden betreiben verschiedene Anbieter von Telematiklösungen Server mit Anschluß an ein SMS-Center (SMS-C). Dabei handelt es sich um Rechner, die so auch bei den Betreibern der Mobilfunknetze vorzufinden sind. Diese Rechner sind direkt an das Mobilfunknetz gekoppelt und über eine fixe Leitung an den Server angeschlossen. Vom Server aus werden die SMS als E-Mail in ein Postfach (Mailbox) abgelegt. Möchte ein Unternehmen diesen Service nutzen, so kann er jederzeit das Postfach abrufen und erhält so die Daten. Alternativ kann der Dienstleister die SMS als E-Mail an eine beliebige E-Mail-Adresse senden. Dieses Verfahren steigert die Effizienz von SMS und reduziert zugleich die Kosten für das Unternehmen, da SMS auf diese Art günstiger angeboten werden können.

2.2.2. Bündelfunk

Bündelfunk ist ein System aus mehreren Funkkanälen. Ein ausgezeichneter Kanal, der sogenannte Organisationskanal (O-Kanal), hat die Aufgabe, Information zur Teilnehmerregistrierung, Statusinformationen etc. zu übertragen.

Jedem Teilnehmer in einem Bündelfunknetz wird genau ein Kanal zur Sprachübertragung zugeordnet (S-Kanal). Bei einem Gespräch von n Personen werden also $n+1$ Kanäle (n Sprechkanäle zuzüglich ein Organisationskanal für das gesamte Netz) benötigt. Die Anzahl der nutzbaren Kanäle ist jedoch beschränkt, so daß weitere Gesprächsteilnehmer warten müssen, bis ein anderer Teilnehmer sein Gespräch wiederum beendet.

²³ Die Abkürzung kbps steht für Kilobit pro Sekunde und gibt die Übertragungsgeschwindigkeit in Datenmenge pro Zeiteinheit wieder. Die Beschränkung auf 9,6 kbps bezieht sich nur auf die bisher verfügbare Übertragungsrate. Aufgrund von Erweiterungen des GSM-Standards stehen mittlerweile Raten von 14,4 kbps zur Verfügung. Dies geht jedoch zu Lasten der systemimmanenten Fehlerkorrektur.

Aufgrund der Verwendung eines ganzen „Bündels“ von Funkkanälen hat der Bündelfunk auch seinen Namen.

Die untenstehende Abbildung 8 stellt den Gesprächsaufbau im Bündelfunknetz graphisch dar. Zunächst die ein Gesprächswunsch vor (1). Der Teilnehmer wird über den Organisationskanal am Bündelfunknetz angemeldet (2). Kann dem Teilnehmer ein freier S-Kanal exklusiv zugewiesen werden (3), so wird dies durchgeführt (7) und der Teilnehmer belegt den Kanal (8).

Ist nach der Anmeldung jedoch kein S-Kanal frei (4), so wird der Teilnehmer in eine Warteschlange gestellt, in der er so lange wartet (5) bis ein S-Kanal frei wird (6). Danach wird ihm der Kanal zugewiesen (7) und der Teilnehmer hat diesen Kanal ab dann exklusiv inne (8) (vgl. z.B. [rsb01]).

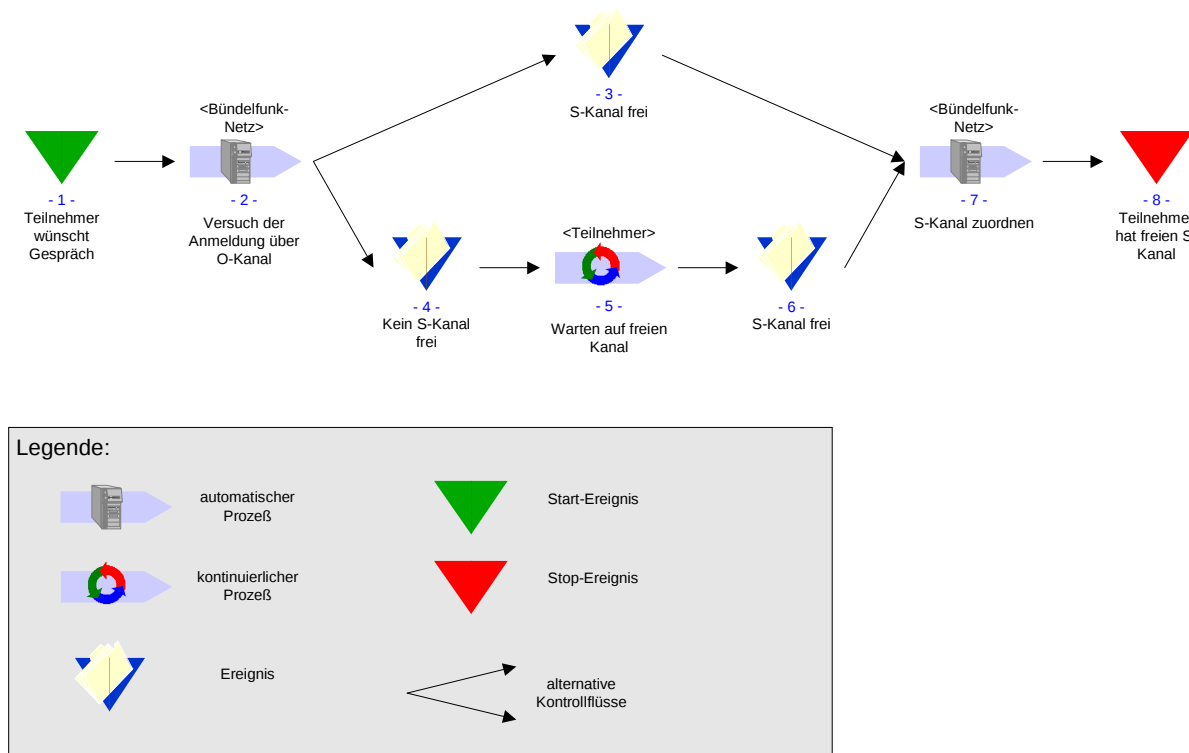


Abbildung 8: Einwahl eines Teilnehmers in das Bündelfunknetz

Kann eine Gesprächsverbindung gar nicht hergestellt werden, so wird die Gesprächsanfrage durch das Bündelfunksystem gespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt neu verbunden.

Das Bündelfunknetz ist, wie GSM, ein zelluläres Netz. Die Teilnehmer verwenden für ihre Gespräche spezielle Funkgeräte. Der wesentliche Unterschied des Bündelfunks gegenüber dem Standard-Betriebsfunk liegt darin, daß die Funkgeräte nicht auf festen Kanälen agieren, sondern die Kanäle dynamisch zugeordnet werden.

Wie bei GSM kann neben der einfachen Sprachübertragung auch eine Datenübertragung durchgeführt werden. Ebenfalls wie im GSM müssen die Teilnehmer lediglich die passenden Endgeräte kaufen und sich beim Betreiber des Bündelfunknetzes anmelden. Hierbei fallen Grundgebühren an. Gesprächsgebühren gibt es im Gegensatz zu GSM bei der Nutzung von Bündelfunknetzen nicht [Dau01].

Neben dem analogen Bündelfunknetz existieren auch ein digitales Bündelfunknetz wie TETRA („*terrestrial trunked radio*“) [Tay98]. Die digitale Technik bietet grundsätzlich den Vorteil größerer Potentiale zur Miniaturisierung, Frequenzeffizienz und die leichtere Implementierung (und damit vielfältigere Möglichkeiten) weiterer Dienste für den mobilen Benut-

zer [Pin01]. Hierzu gehören der Gruppenruf und das Broadcasting, sprich das Senden von Nachrichten (Daten oder Sprache) an alle Teilnehmer im Netz. Diese Möglichkeiten existieren zur Zeit in GSM nicht.

Die Vorteile des (insbesondere digitalen) Bündelfunks liegen vor allem in den folgenden Punkten (vgl. [Pin01]):

- Die Datenübertragungsrate liegt beim digitalen Bündelfunk bei 28,8 kbps²⁴ gegenüber 9,6 kbps bei GSM (also die dreifache Übertragungsrate!).
- Es existiert ein Direktmodus für Sprach und Datenübertragung, der es zwei Kommunikationspartnern erlaubt, auch ohne die Nutzung der Kommunikationsinfrastruktur und nur unter Benutzung der Endgeräte direkt miteinander zu kommunizieren (wie bei Walkie Talkies).
- Es können Sprachnachrichten oder Datensendungen an eine ganze Gruppe von Teilnehmern (oder gar an alle Teilnehmer des Netzes) gesendet werden.
- Es gibt keine Limitierung hinsichtlich der Größe von Datensendungen (im Gegensatz der 160-Zeichen-Limitierung bei GSM)
- Es entstehen außer den monatlichen Grundgebühren und gegebenenfalls Anschlußgebühren keine laufenden Kosten für Gespräche oder Datenübertragungen.

Nachteilig ist jedoch die schwächere Verbreitung des Bündelfunks gegenüber GSM. Auch wenn für die Bedarfe innerhalb des Projekts Flotthit vor allem die schnellere Datenübertragung und die Möglichkeiten des Broadcasting und des Gruppenrufs von Vorteil sind, fiel die Entscheidung bei der Wahl der Kommunikationsinfrastruktur doch auf GSM.

GSM ist nämlich ein europaweit akzeptierter Standard, die Endgeräte von verschiedenen Herstellern ist vorhanden. Weiterhin mußte im Projekt auf die Anbindung der Navigationsgeräte an das Kommunikationssystem geachtet werden. Auch sind wir durch die technischen Restriktionen und die uns zur Verfügung stehende Hardware auf GSM angewiesen.

2.2.3. Internet

Rein physikalisch ist das Internet ein Zusammenschluß vieler lokaler Computernetzwerke (LAN, local area network) zu einem weltumspannenden Computernetzwerk (WAN, wide area network). Das Internet ist aus Sicht der Informatik jedoch vor allem Software. Betrachten wir dazu die Protokollfamilie TCP/IP: Sie baut sich aus verschiedenen Hardware- und Software-Schichten (vgl. Abbildung 9) auf.

²⁴ Kilobit pro Sekunde

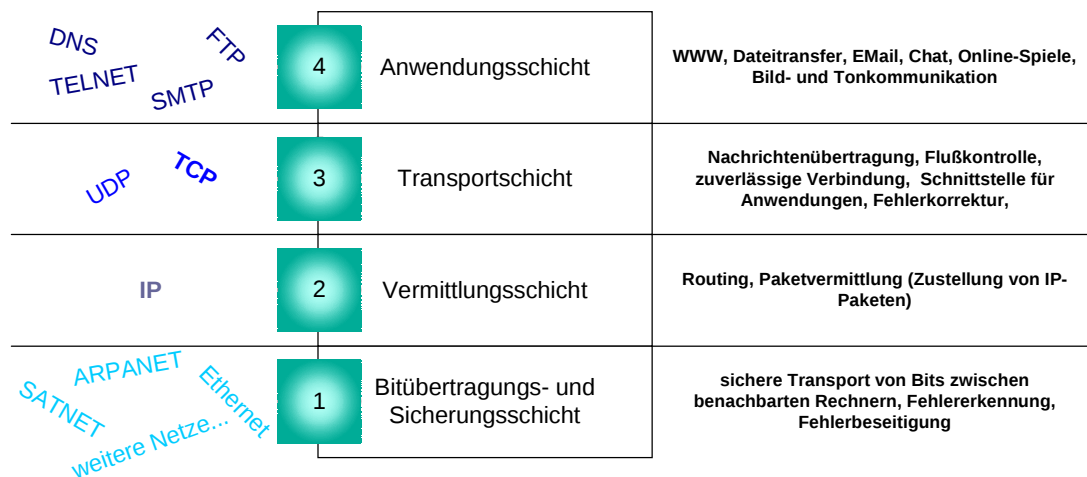


Abbildung 9: TCP/IP-Referenzmodell

Die unterste Schicht, und damit die Grundlage für alle weiteren hier beschriebenen Funktionen, ist die Bitübertragungs- und Sicherungsschicht. Diese Schicht besteht eigentlich aus zwei Schichten: der Bitübertragungsschicht und der darauf aufbauenden Sicherungsschicht. Auf der Bitübertragungsschicht findet der physikalische Transport von Daten in Form von Bits (digitale Werte 0 und 1) über einen Kommunikationskanal statt. Es handelt sich daher um eine reine Hardware-schicht. Technisch werden die Bits oft in Form verschiedener Spannungen (z.B. +5 Volt für „1“, -5 Volt für „0“) übertragen. Betrachtet man die Bitübertragungsschicht, so befaßt man sich dabei unter anderem mit den tatsächlich vorhandenen Leitungen, wie Lichtwellenleitern, Kupferkabeln und ähnlichen. Die Bitübertragungsschicht sorgt ausschließlich für den Transport von Daten. Fehler wie defekte Leitungen, Verlust von Daten etc. werden nicht erkannt. Die Fehlererkennung und eine eventuelle Korrektur übernimmt die Sicherungsschicht.

Die Sicherungsschicht (im englischen als *data link layer* bezeichnet) verwendet die Bitübertragungsschicht zur physikalischen Datenübertragung zwischen benachbarten, direkt miteinander verbundenen Rechnern und erkennt Fehler in der Datenübertragung. Zur Bewältigung dieser Aufgabe werden in den zu übertragenden Datenstrom bestimmte Bitfolgen eingefügt. Diese Bitfolgen teilen den kontinuierlichen Datenstrom in sogenannte Rahmen (frames) ein und/oder trennen die Daten logisch in Rahmen einer bestimmte Länge. Durch Hinzufügen von Prüfcodes (hier werden ebenfalls verschiedene Methoden angewendet) können Fehler in der Datenübertragung erkannt, und je nach Prüfcode auch korrigiert werden. Wird ein Fehler erkannt und konnte er nicht korrigiert werden, so initiiert die Sicherungsschicht das nochmalige Senden des Rahmens. Die Kommunikation zwischen Sender und Empfänger wird also reguliert, wozu die Kommunikationspartner eine „gemeinsame Sprache sprechen“ müssen. Dies wird erreicht, in dem man beidseitig ein Kommunikationsprotokoll (eine Sprache) vereinbart. Solche Protokolle sind auch auf allen anderen Schichten anzutreffen.

Die Sicherungsschicht stellt eine fehlerfreie Übertragung für die nächste weiter oben liegende Schicht im TCP/IP-Protokoll sicher. Diese nächste Schicht (Schicht 2, Vermittlungsschicht, engl. *network layer*) stellt einen Dienst zur Verfügung, der Datenpakete über definierte Wege von Rechner A nach Rechner B leitet. Diese Wegfindung wird mit dem englischen Begriff *Routing* belegt. Dazu verfügt der Rechner A im einfachsten Fall über eine Tabelle, in der verzeichnet ist, über welchen Weg ein Datenpaket den Rechner B erreichen kann.

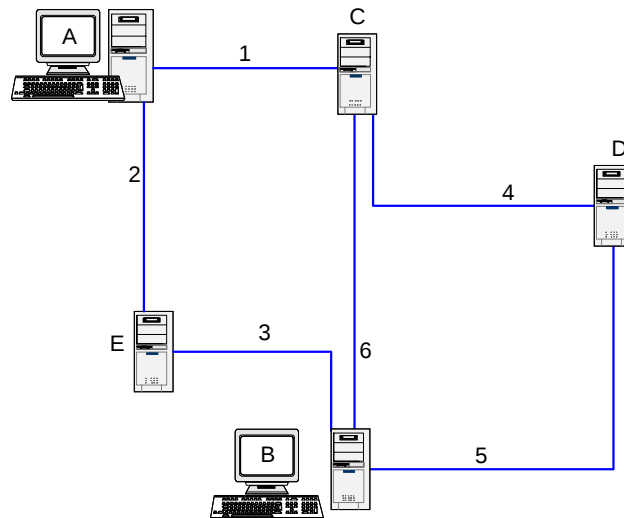


Abbildung 10: Netz aus 5 Rechnern

Für das Netz in Abbildung 10 könnte die Routing-Tabelle des Rechners A so aussehen:

Daten nach Rechner...	Über Leitungen...
A	Keine
B	1; 6
C	1
D	2; 3; 5
E	2

Dabei muß nicht im der kürzeste Weg der ideale sein. Legt man auf die Verbindungsgeschwindigkeit wert, so ist ein längerer, aber weniger start frequentierter Weg möglicherweise besser. Legt man hingegen auf eine sichere Verbindung wert, kann wieder eine andere Route günstiger sein. Die Routing-Tabellen werden heute jedoch meist dynamisch erzeugt. So kann Ausfällen von Rechnern auf einer Route oder Netzlastproblemen auf bestimmten Strecken entgegengewirkt werden. Die Routing-Tabellen werden aufgrund ihrer Komplexität nicht mehr auf jedem einzelnen Rechner gespeichert. Spezielle mit dem Dienst „Routing“ beauftragte Rechner halten die Weginformationen vor. Das Wissen über die Struktur der Internet ist dabei auf die Router weltweit verteilt.

Das verwendete Protokoll auf der Vermittlungsschicht ist IP (*internet protocol*). Mit IP erhält jeder Rechner eine eindeutige Adresse (die sogenannte IP-Adresse). IP-Adressen sind hierarchisch aufgebaut. IP ist ein offener Standard. So konnte sich dieses Protokoll sehr schnell auf verschiedenen Rechnerarchitekturen und Netzwerktypen ausbreiten, so daß es für nahezu jeden Typ von Netz, Rechner und Betriebssysteme das IP-Protokoll verfügbar ist. Damit ist mit IP eine einheitliche Schnittstelle geschaffen, aufgrund derer man von der konkret vorhanden Hardware abstrahieren kann. IP läßt daher Computernetzwerke beliebiger Natur zusammenwachsen. IP verfügt zudem über Mechanismen zur Authentifikation und Verschlüsselung.

Die Protokolle IP und TCP (*transmission control protocol*) bilden gemeinsam die Grundlage des heutigen Internet. TCP ist das Standardprotokoll der Schicht 3. Diese Schicht, die Transportschicht (*transport layer*), nimmt den von Schicht 2 geleisteten Dienst in Anspruch, um eine effiziente und sichere Datenübertragung zu gewährleisten. Sie stellt eine Verbindung

zwischen zwei entfernten Rechnern her. Da die beschrittene Route dabei nicht interessiert und stattdessen nur die beiden entfernten Kommunikationspartner betrachtet werden, wird die Transportschicht auch als „Ende-zu-Ende“-Schicht bezeichnet (vgl. Tan00, S. 48). Sie sorgt für die Übertragung von Datenpaketen in der richtigen Reihenfolge (das vertauschen und somit in falscher Reihenfolge Eintreffen von Paketen für bisher noch nicht beachtet!). Das TCP sorgt für einen zuverlässigen Transport von Datenpaketen. Es sorgt für eine Kontrolle des Datenübertragungswege durch Flusskontrolle und Staukontrolle auf dem Datenübertragungskanal.

Spricht man nun von Internet, so ist darunter Software zu verstehen, genauer gesagt die Protokolle IP und TCP (man spricht zusammenhängend von TCP/IP). Das Protokollpaket TCP/IP bietet im wesentlichen

- Skalierbarkeit von Netzen (durch nahezu beliebiges hinzufügen von Rechnern)
- Effiziente Datenübertragung durch intelligentes Routing, Fluß- und Staukontrolle
- Interoperabilität zwischen verschiedenen Arten von Netzwerken
- Zuverlässige Verbindung durch Fehlererkennung und Fehlerkorrektur
- Sicherheit durch Authentifizierung und Verschlüsselung
- Gute Dienstqualität (*QoS, quality of service*)
- Maximale Erreichbarkeit (Internet ist prinzipiell 24 Stunden täglich, 7 Tage pro Woche zugänglich, von jedem Telefonanschluß, von jedem Computer aus, inzwischen auch von Handheld-Computern, Mobilkommunikationsgeräten etc.)
- TCP/IP bietet Kommunikation zwischen mehr als 2 Partnern gleichzeitig. D.h. es sind auch Konferenzschaltungen möglich
- Es können beliebige Medien übertragen werden (Daten, Bilder, Ton, Video)
- Über TCP/IP können Ressourcen weltweit gemeinsam genutzt werden (Daten, Programme, Drucker, Scanner, andere Hardwaregeräte, auch Maschinen)

Als letzte Schicht in TCP/IP kommt als Schicht 4 die Anwendungsschicht (engl. *application layer*) hinzu. Alle Applikationen verfügen über ihr eigenes Protokoll, die Telnet-Application arbeitet mit dem Protokoll TELNET (*terminal over network*), Internetbrowser für das WWW (*world wide web*) verwenden HTTP (*hyper text transport protocol*, zum Dateitransfer kann FTP (*file transfer protocol*) eingesetzt werden. Allen gemeinsam ist die Verwendung von TCP/IP oder zumindest IP.

Die Attraktivität der Verwendung des Internet zur Kommunikation in Handwerksbetrieben ergibt sich aus der einsetzbaren Hardware: Es können fast beliebige programmierbare Rechner eingesetzt werden, beginnend bei Notebooks/Laptops bis hin zu PDA's (*personal digital assistants*). Da es sich dabei um „multiple purpose“-Geräte handelt, kann dort jedwede Anwendung implementiert und damit ein Mehrwertdienst zur Kommunikation und Navigation (Navigations-Software ist für viele der genannten Systeme verfügbar) durch Erstellung einer Software hinzugefügt werden. Solche Geräte werden dann zum integrierten Anwendungs-, Kommunikations und Navigationssystem (s.u).

2.3. RDS/TMC

RDS ist ein unidirektional und überwiegend regional verwendbarer Dienst. Dieser basiert nicht auf einem verbreiteten Mobilkommunikationsnetz wie dem digitalen GSM-Netz, sondern auf der normalen Radioübertragung als Kommunikationsplattform. RDS steht für „Radio Data System“. Es wird von verschiedenen Rundfunkanstalten angeboten. Über das RDS werden außer Zusatzinformationen zum Radioprogramm (z.B. den Sendernamen, Musiktitel und Interpreten, Werbung zu Gewinnspielen) auch Verkehrsmeldungen für das gesamte Sendegebiet kostenlos übertragen. Diese Verkehrsinformationen können von Navigationssystemen –

eine entsprechende Empfangsfähigkeit vorausgesetzt - dazu verwendet werden, diverse Verkehrsstörungen auf der geplanten Fahrtroute zu erkennen und entsprechende Umleitungen einzuplanen. Die Verkehrsmeldungen werden von den Radiostationen über einen eigens dafür reservierten Rundfunkkanal übertragen.

Dieser Kanal wird mit dem Kürzel TMC (traffic message channel) oder RDS/TMC bezeichnet. TMC ist eine Erweiterung der bisherigen Verkehrsmeldungssysteme ARI (Autofahrer Rundfunk Informationssystem) bzw. ARIAM (Autofahrer Rundfunk Informationssystem aufgrund aktueller Meßwerte). TMC wird von Navigationssystemen zur Stau- und Behinderungserkennung eingesetzt. Über RDS werden auch Dienste wie das automatische Umschalten des Autoradios auf den nächsten Sender in der Senderkette des Rundfunk-Programmanbieters, das Suchen von Sendern mit ausgewählten Programminhalten (z.B. Nachrichtensender, Sportsender etc.), automatische Umschaltung zwischen verschiedenen Klangbildern für Sprach- und Musiksendungen und weitere (vgl. z.B. [HePa99], S. 15) angeboten. Des weiteren ist die Übertragung von DGPS-Korrekturdaten über RDS möglich, wie [Lind96] zeigt, wodurch DGPS wesentlich preisgünstiger angeboten werden könnte.

3. Komponenten eines FMS

Die im vorangehenden Kapitel 2 vorgestellten Infrastrukturen zeichnen sich durch eine breite Verfügbarkeit aus. Sie wurden von privaten oder öffentlichen Trägern installiert und werden von diesen unterhalten. Diese Infrastrukturen realisieren allgemein nutzbare Dienste, die auf unterster Ebene im Flottenmanagement von Bedeutung sind aber dieses nicht allein determinieren. Vielmehr besteht ein Flottenmanagementsystem aus einer Reihe von Geräten, die letztendlich auf der mittleren Ebene das Gerüst für Flottenmanagementdienste (vgl. Kapitel 4) darstellen. Die unterschiedlichen Arten solcher Geräte wird im weiteren Verlauf dieses Kapitels vorgestellt. Zunächst werden in Abschnitt 3.1 Navigationssysteme erörtert und die jeweiligen Vor- und Nachteile verschiedener Navigationssystem-Typen diskutiert. Anschließend betrachtet Abschnitt 3.2 verfügbare Hardware zur Nutzbarmachung der in Abschnitt 2.2 vorgestellten Kommunikationsinfrastrukturen. Zum Abschluß widmet sich Abschnitt 3.3 allgemeiner Rechnersysteme, welche im Kontext von Flottenmanagement eingesetzt werden.

3.1. Navigationssysteme

Navigationssysteme leiten einen Fahrer nach Eingabe des gewünschten Ziels durch visuelle und akustische Signale zum Einsatzort. Eine Zieleingabe kann als postalische Adresse, als Kreuzungspunkt zweier Straßen, durch Markierung eines beliebigen Punktes auf einer elektronischen Landkarte oder durch Auswahl eines im System gespeicherten Ortes²⁵ erfolgen. Die Zielführung erfolgt durch Sprachausgabe und visuelle Hinweise auf einem Display des Navigationssystems. In Abhängigkeit von Typ und Hersteller des Systems werden die Fahr-anweisungen durch einfache (Pfeil-) Symbole, als Kartenausschnitt oder als Kombination von beidem angezeigt. Zusätzlich werden die drei Darstellungsvarianten um zusätzliche Streckeninformationen ergänzt: Name der Straße, Entfernung bis zum nächsten Abbiegepunkt, Name der nächsten Straße oder Entfernung bis zum Zielort.

Die aktuelle Fahrzeugposition ermitteln Navigationssysteme über Satellitenortung. Der prominenteste Vertreter ist hierbei das vom US-amerikanischen Militär installierte *Global Posi-*

²⁵ Die meisten marktgängigen Navigationssysteme enthalten hierzu ein oder mehrere Adreßbücher. In einem Adreßbuch kann ein Benutzer verschiedene Adressen von Orten, die er regelmäßig anfährt, speichern. Je nach verwandtem Kartenmaterial wird dem Benutzer auch ein Verzeichnis mit besonderen Zielen wie Hotels, Restaurants, Werkstätten und weiteren Zielen von besonderem Interesse (engl. *point of interest, POI*) bereitgestellt.

tioning System (GPS)²⁶. Da die satellitengestützte Positionsbestimmung systemimmanenter Ungenauigkeiten unterliegt, werden weitere Parameter hinzugezogen, mit den GPS-Daten korreliert und über intelligentes „map matching“ die aktuelle Fahrzeugposition ermittelt. Zu diesen Parametern gehören bspw. die Auswertung des Tachosignals und die Registrierung von Kurven durch Trägheitssensoren. Zur Auswertung des Geschwindigkeitssignals ist jedoch ein Anschluss an das fahrzeuginterne Tachosignal oder die Installation von Radsensoren erforderlich, was einen zusätzlichen Aufwand bei der Montage eines Navigationssystems erfordert.

Die Qualität der Zielführung ist jedoch nicht ausschließlich von dem Navigationssystem abhängig. Einen grossen Einfluss haben hierbei auch die verwendeten Karten. Das Kartenmaterial liegt üblicherweise als CD-ROM vor, die zusätzlich zu erwerben ist und in regelmäßigen Abständen (i.d.R. mit einer Periode von einem halben Jahr) neu aufgelegt wird. Der deutsche Markt wird derzeit von zwei konkurrierenden Anbietern, „Navigation Technologies“ (NAVTECH) und „Tele Atlas“, dominiert²⁷. Beide Anbieter konzentrierten sich bisher auf einen Bruchteil des realen Straßennetzes. Es werden größtenteils nur kommunenübergreifende Straßen (Autobahnen, Bundes-, Land- und Kreisstraßen), Großstädte und Ballungszentren flächendeckend erfaßt. Kleinstädte und Dörfer sind nur in den seltensten Fällen hundertprozentig digitalisiert. Diese Restriktion hat einen nicht unerheblichen Einfluß auf die Qualität der Zielführung für den Kundendienst, da nicht alle Einsatzorte als Zielort auf der digitalen Karte vorhanden sind. Beide Hersteller haben jedoch Karten-CD-ROMs mit einer nahezu hundertprozentigen Abdeckung auch bei Nebenstraßen für Deutschland angekündigt (Stand Ende 2000).

Erste Gespräche mit den Handwerkern haben bereits ergeben, daß sich die Zielführungsfunktion der Navigationssysteme besonders für den Einsatz im Kundendienst eignet. In diesem Bereich müssen die Mitarbeiter oftmals ständig wechselnde unbekannte Auftragsorte ansteuern. Dies begründet sich nicht allein in dem großen Kundenstamm und periodischen Wartungsarbeiten. Vielmehr liegt die Ursache hierfür auch darin, daß Kunden, die mit ihrem bisherigen Handwerksbetrieb unzufrieden geworden sind, verstärkt auf Unternehmen mit einem qualitativ hochwertigen Kundendienst umsteigen. Diese Tendenz ist bei zwei der in das Projekt involvierten Handwerksbetriebe zu beobachten. Deshalb wurden in drei Betrieben bevorzugt Kundendienstfahrzeuge mit Navigationssystemen ausgestattet.

Neben den vorhandenen Navigationssystemen von VDO wird in dem Projekt noch eine weitere Alternative evaluiert. Die Firma Navigon mit Sitz in Würzburg bietet ein Navigationssystem in Form einer Erweiterung für Notebooks an. Diese besteht aus einer Satellitenantenne zur Positionsbestimmung und einer Navigationssoftware auf CD-ROM. Des weiteren bietet Navigon eine Software-Komponente zur Integration der Navigationsfunktionalität in eigene Anwendungen. Diese Komponente liegt in Form einer ActiveX-Komponente²⁸ vor, die die gleiche Funktionalität realisiert wie die Navigations- und Routenplanungssoftware. Hierdurch ergeben sich für das Projekt relativ zu dedizierten Navigationssystemen wie denen der Marke VDO zusätzliche Potentiale:

²⁶ Weitere Alternativen sind das russische GLONASS und das geplante europäische satellitengestützte Ortungssystem GALILEO (siehe hierzu [DFNP98]).

²⁷ Nur wenige Hersteller von Navigationssystemen (z.B. VDO) lassen die Auswahl zwischen beiden Kartenherstellern zu. Normalerweise ist man mit dem Kauf eines Systems auf einen Kartenanbieter festgelegt.

²⁸ ActiveX ist ein Komponentenmodell der Firma Microsoft. Eine ActiveX-Komponente kapselt einen Ausschnitt aus einem Anwendungsbereich und stellt ihn als softwaretechnische Komponente mit Funktionalität und Benutzungsoberfläche zur Verfügung (vgl. [Bal00], S. 883 ff.).

- Die Bedienung des Navigationssystems erfolgt nicht mehr über eine Fernbedienung mit wenigen Tasten, sondern es werden die Eingabemöglichkeiten des Notebooks (Tastatur, Mauseinsatz) genutzt. Hierdurch erfährt der Benutzer einen nicht unerheblichen Komfortgewinn.
- Ein Notebook ist eher für zusätzliche Anwendungen geeignet als ein fest programmiertes Navigationssystem. Neben der Navigation können weitere Anwendungen installiert werden, z.B.:
 - o elektronische Produktkataloge
 - o technische Anwendungsprogramme
 - o weitere Anwendungen zur Unterstützung der Arbeitsabläufe
- Die Erstellung der Rechnung kann direkt vor Ort erfolgen. Bisher füllen die Mitarbeiter der Handwerksbetriebe per Hand einen Auftragsbogen aus, der später von einem Mitarbeiter aus der Verwaltung in das rechnergestützte Abrechnungssystem übertragen wird. Dies kann entfallen, wenn der Kundendienstmitarbeiter den Aufwand beim Kunden in das Notebook eingibt und die Daten für An- und Abreise aus der Navigationskomponente übernommen werden können.

Nachteilig an dieser Notebooklösung ist jedoch die reduzierte Positionierungsgenauigkeit im Vergleich zu einem fest installierten Navigationssystem. Die Systeme von VDO werten neben den Signalen der GPS²⁹-Satelliten noch die aktuelle Geschwindigkeit, die Fahrtrichtung (vorwärts/rückwärts) und über ein eingebautes Gyroskop auch gefahrene Kurven aus. Das System von Navigon beschränkt sich hier auf GPS, was für eine genaue Positionsbestimmung einen optimalen Empfang der Satellitensignale voraussetzt. Dies ist beispielsweise nicht der Fall bei:

- Tunneln
- Straßen die von hohen Bäumen oder Gebäuden flankiert werden

Auch die Einführung einer integrierten Navigationslösung auf Basis von mobilen Rechnern kann bei den anvisierten Unternehmen nicht unproblematisch sein. Ein integriertes Software-system stellt aufgrund der damit verbundenen Funktionsvielfalt für ungeübte Anwender ein komplexes System dar. Der Einarbeitungsaufwand der – u.U. mit Computertechnologie weniger vertrauten – Mitarbeiter kann ein Hemmnis für die Einführung darstellen. Das Spektrum reicht in Abhängigkeit vom Mangel an Interesse und technologischem Wissen im Extremfall bis zur vollständigen Ablehnung eines Systems. Ein dediziertes Flottenmanagementsystem mit einem eingeschränkten Funktionsumfang und einer einfachen Benutzungsschnittstelle kann in Abhängigkeit von der Verschlossenheit der Mitarbeiter gegenüber neuen Technologien die bessere Wahl sein. Letztendlich bleibt im Einzelfall die Frage zu klären, welche Funktionen im Unternehmen benötigt werden und inwieweit man die Mitarbeiter mit modernen Technologien konfrontieren sollte.

Die Verfügbarkeit einer Software-Komponente zur Einbettung der Navigations- und Routenplanungs-funktionalität in eigene Software ist zunächst zu begrüßen. Wiederverwendbare Software erleichtert die Entwicklung eigener Programme, da bereits vorhandene Bestandteile nicht neu entwickelt werden müssen. Software-Komponenten sowie Komponentenstandards sind in der Softwareentwicklung ein populäres Thema. Verbreitete (Industrie-) Standards sind Java Beans, Enterprise Java Beans oder die bereits angeführten ActiveX-Komponenten. Die

²⁹ Die Abkürzung GPS steht für *Global Positioning System*. GPS erlaubt durch mehrere Satelliten eine Positionsbestimmung mit einer Abweichung von bis zu 20m genau.

Zielsetzungen und Randbedingungen der einzelnen Standards unterscheiden sich jedoch erheblich. Eine Einführung in die Thematik sowie eine Diskussion der Vor- und Nachteile findet man bspw. in [Bal00], S. 855 ff. An dieser Stelle sei jedoch nur ein Merkmal hervorgehoben: Java Beans sind von ihrer Konzeption und durch den Einsatz der Programmiersprache Java unabhängig von der verwendeten Rechnerplattform. Ein einmal entwickeltes Java-Programm resp. Java Bean kann auf verschiedenen Rechnerarchitekturen mit heterogenen Betriebssystemen eingesetzt werden. ActiveX-Komponenten sind hingegen auf Windows-Plattformen beschränkt. Dies hat auch Auswirkungen auf den Einsatz der ActiveX-Komponente von Navigon im Projekt FlottHIT, da damit als Zielplattform des Flottenmanagementsystems Microsoft Windows quasi festgelegt ist. Betrachtet man nur die am Projekt beteiligten Unternehmen stellt dies keine relevante Einschränkung dar, da all diese Betriebe ausschließlich Rechner auf Windows-Basis einsetzen. Allgemein ist jedoch die Übertragbarkeit des prototypischen Flottenmanagementsystems auf andere Unternehmen eingeschränkt. Es kann nicht davon ausgegangen werden daß alle Handwerksbetriebe mit einem Kundendienst Windows-Rechner besitzen. Auch ist die ActiveX-Spezifikation in Bezug auf Sicherheitsaspekte nicht unumstritten. (vgl. [Bal00], S. 896).

Der weitere Projektverlauf wird zeigen, inwiefern die innerhalb dieses Abschnitts aufgezählten Restriktionen Einfluss auf das Flottenmanagementsystem haben. Dies betrifft sowohl die Abwägung zwischen genauer Positionierung (dediziertes Navigationssystem) und erhöhter Flexibilität (Notebook-Navigation), als auch die Akzeptanz eines multifunktionalen Flottenmanagement-Clients in der mobilen Einheit und die praktische Anwendbarkeit der zur Verfügung stehenden ActiveX-Komponente. Auch bleibt abzuwarten, inwiefern ein gemeinsamer Standard für den Zugriff auf Flottenmanagementdienste in der mobilen Einheit etabliert werden kann.

3.2. Kommunikationshardware

Zur Nutzung der mobilen Datenkommunikation müssen die Navigationssysteme jeweils mit einem zusätzlichen Modul für die mobile Kommunikation erweitert werden. Solch ein Modul integriert eine Mobilkommunikations-Komponente und eine Schnittstelle zum Zugriff auf den Zustand und die Dienste eines Navigationssystems. Als Kommunikationsinfrastruktur wird bei den Hersteller verfügbarer Lösungen überwiegend GSM und hierbei besonders der Kurznachrichtendienst SMS genutzt. Bündelfunk ist hier eher weniger verbreitet.³⁰ Unabhängig von der konkreten Realisierung in den mobilen Einheiten muß auch der Flottenmanagement-Server mit Einrichtungen zur Kommunikation ausgestattet werden. Mögliche Alternativen im Hinblick auf GSM werden folgend kurz charakterisiert.

Die erste Alternative schließt den Flottenmanagementserver über ein **GSM-Modul** an das Mobilfunknetz an. Der Server ist somit in der Lage direkt Kurznachrichten zu versenden und empfangen. Voraussetzung ist aber, daß auch für den GSM-Zugang des Servers ein Mobilfunkvertrag abgeschlossen werden muß.

Die zweite Alternative zielt auf den Einsatz einer dedizierten Kommunikationsbox mit rudimentär integrierten Flottenmanagementfunktionen. Auch hier ist der Abschluß eines Mobilfunkvertrages erforderlich. Es bleibt noch zu klären, inwiefern der Einsatz einer solcherart erweiterten Lösung gegenüber eines einfachen GSM-Moduls von Vorteil ist. Hierbei ist jeweils die konkrete Umsetzung der einzelnen Hersteller zu betrachten.

Als letzte Alternative bleibt noch der Austausch von Kurznachrichten über das Festnetz zur Telekommunikation (analog oder ISDN). Der Versand von Kurznachrichten erfolgt

³⁰ Siehe hierzu auch die Übersicht in Kapitel 2.2.2.

dann i.d.R. über das SMS-Service-Center des jeweiligen Mobilfunk-Netzbetreibers. Diese Option kann u.U. kostengünstiger sein als der Abschluß eines Mobilfunkvertrags, wobei die Verfügbarkeit solcher Dienste auch für den Empfang von Daten noch geklärt werden muß.

Eine typische Kommunikation zwischen Flottenmanagement-Server und Navigationssystem verläuft in Form einer Anfrage (request) gefolgt von der entsprechenden Antwort (response), wobei der Server meist als Initiator fungiert. Das Navigationssystem reagiert auf die Anfragen direkt (bspw. aktueller Standort), periodisch (Standortmeldung jede Minute), bei Eintreten eines vorher festgelegten Ereignisses (Benachrichtigung, falls Ziel erreicht) oder mit einer Bestätigungsmeldung beim Zugriff auf den internen Zustand (Adreßbuch, aktuelles Ziel, etc.).

3.3. Rechnerplattformen

Zusätzlich zu den Navigationssystemen werden in verfügbaren Flottenmanagementlösungen mobile Computer eingesetzt. Beispiele hierfür sind

- spezialisierte Hardware,
- Notebooks oder
- Personal Digital Assistants (PDA).

Spezialisierte Hardware ist üblicherweise gezielt für bestimmte Anwendungsfelder im Flottenmanagement konstruiert und oft mit Fahrzeugfunktionen gekoppelt. Aus Sicht des Entwicklers stellen sie ein geschlossenes System („black box“) dar, da die Funktionalität spezialisiert und fest in der Hardware verdrahtet ist. Erweiterungsmöglichkeiten sind somit kaum vorhanden. Demgegenüber sind Notebooks und PDA offene Systeme, die, den Anforderungen entsprechend, frei programmierbar sind. Anwendungsfelder für offene Rechner sind die lokale Datenerfassung oder die Bereitstellung zusätzlicher Anwendungen und Daten in einer mobilen Einheit. Im Rahmen der lokalen Datenerfassung können Routendaten protokolliert oder Informationen über den Grad der Auftragsausführung im Kundendienst gesammelt werden. Als zusätzliche Anwendungen in der mobilen Einheit kommen die Bereitstellung extensiver Auftragsdaten oder Produktkataloge in Betracht. Zusätzlich erleichtert ein mobiler Zugriff auf den zentralen Lagerbestand oder ein unternehmensinternes Bestellsystem die Vorhersage von Terminen vor Ort beim Kunden.

Einen Überblick über verbreitete Rechnerarchitekturen im mobilen Bereich sowie deren technologischen Zusammenhänge geben Hansmann, Merk, Nicklous und Stober in [HMNS01]. Notebooks werden hierbei eher untergeordnet betrachtet, da sie aufgrund ihrer räumlichen Maße oftmals den mobilen Einsatz einschränken. Überdies werden solche Rechner heutzutage mehr oder weniger als tragbarer Ersatz für universell einsetzbare Arbeitsrechner eingesetzt. Im Gegensatz hierzu stehen im Bereich des Flottenmanagements aber dedizierte und einfach zu bedienende Einsatzfelder im Vordergrund. Es ist nicht der mit umfangreicher Software ausgestattete Arbeitscomputer (Desktop-PC) gefragt sondern vielmehr der zwar für den entsprechenden Zweck programmierbare aber in seiner Funktionalität auf den speziellen Einsatzbereich spezialisierte Rechner gefragt. Ein vollständiges Auftragsverwaltungssystem macht auch im speziellen Kontext des Flottenmanagements in Handwerksbetrieben wenig Sinn. Auch sonstige auf einem stationären Arbeitsplatz-Computer installierte Software wie Textverarbeitung, Tabellenkalkulation o.ä. wird i.d.R. im Flottenmanagement nicht benötigt. Vielmehr kommen auf mobilen Computern im Flottenmanagement in ihrer Funktionalität eingeschränkte aber auf den jeweiligen Einsatzzweck spezialisierte Programme zum Einsatz. Hierfür reichen die üblicherweise limitierten Ressourcen mobiler Kleinstrechner aus. Zusätz-

lich bieten sie dem Benutzer aufgrund der geringen Ausmaße und der zweckorientiert minimalisierten Programmlogik einen Vorteil in Richtung Mobilität und Benutzerfreundlichkeit.

4. Flottenmanagementdienste

Flottenmanagementdienste stellen auf einer abstrakten Ebene Funktionen eines Flottenmanagementsystems dar. Sie bauen auf den in Kapitel 2 vorgestellten Infrastrukturen auf und nutzen diese über die in Kapitel 3 diskutierten Geräten. Verfügbare Flottenmanagementsysteme nutzen beliebige Kombinationen dieser Dienste und stellen als deren Gesamtheit ein mehr oder weniger umfassendes Produkt dar. Die verbreitetsten Dienste sind die Fahrzeugverfolgung (Abschnitt 4.1) und die Übermittlung von Auftragsdaten (Abschnitt 4.2). Weitere Dienste werden in Abschnitt 4.3 vorgestellt.

4.1. Fahrzeugverfolgung

Der Begriff der Fahrzeugverfolgung umfaßt im englischen Sprachgebrauch gleich zwei Begriffe: „Tracking“ und „Tracing“. Unter dem Tracking eines Fahrzeugs wird die Betrachtung der jeweils zum Beobachtungszeitpunkt aktuellen Fahrzeugpositionen verstanden. „Tracking“ ist eine Momentaufnahme der Standorte der Fahrzeuge einer Unternehmensflotte, die zu einem möglichst gegenwartsnahen Zeitpunkt durchgeführt wurde. Tracing dagegen bezieht Tracking-Daten aus der Vergangenheit in die Betrachtung mit ein. Beim Tracing werden die Momentaufnahmen, die gerade erwähnt wurden, aneinander gereiht und man erhält dadurch ein Bild von der Positionsveränderung der Fahrzeuge in Abhängigkeit von der Zeit.

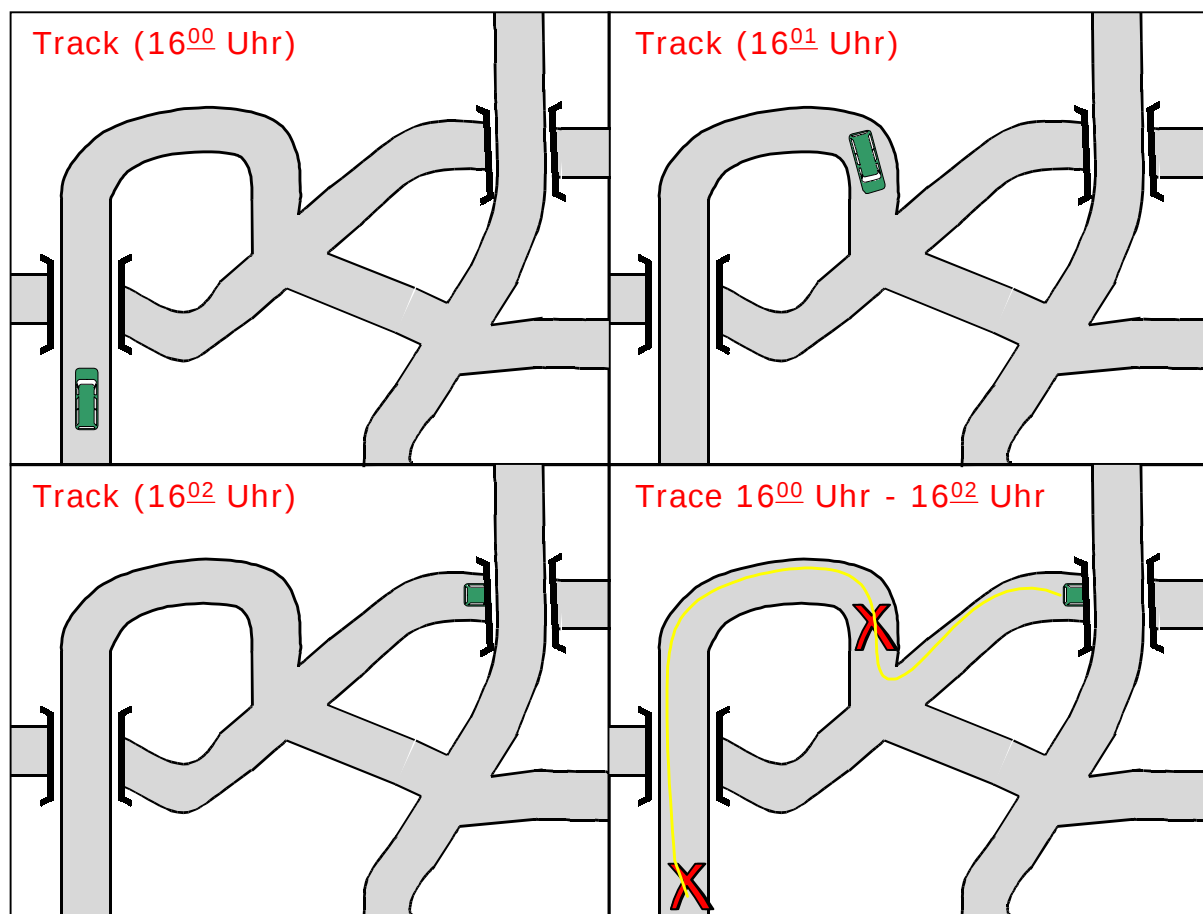


Abbildung 11: Tracking und Tracing

Abbildung 11 illustriert den Unterschied zwischen Tracking und Tracing.

- Tracking ist eine Momentaufnahme der Fahrzeugpositionen zu einem Zeitpunkt,
- Tracing ist eine Zusammenführung solcher Momentaufnahmen der Positionen eines Fahrzeugs über einen Zeitraum. Das Tracing stellt „Traces“ dar. Ein Trace besteht aus einer aktuellen Position und einer Fahrtspur, sozusagen dem „Kielwasser“ des Fahrzeugs.

4.2. Auftragsübermittlung

Die Auftragsübermittlung ist eine der wesentlichen Dienste, die eine Flottenmanagementlösung zur Verfügung stellen muß. Ohne Flottenmanagementlösung werden Informationen zu Aufträgen, sei es ein Transportauftrag, Reparaturauftrag oder sonstiges, telefonisch oder via Funk übermittelt. Nachteilig daran ist, daß der Fahrer so nicht immer erreichbar ist. Der Disponent muss dann den Fahrer mehrfach zu kontaktieren versuchen. Ist eine Verbindung hergestellt, so muss der Fahrer die Auftragsinformationen manuell notieren. Da es nicht immer möglich ist, gleich anzuhalten (z.B. auf der Autobahn) geschieht dies manchmal während der Fahrt. Die ist ein Risikofaktor. Zudem können leicht Kommunikationsprobleme (schlechte Verbindung, Missverständnisse etc) auftreten, die eine korrekte Weiterleitung des Auftrags erschweren. Dies verursacht Ineffizienz und Qualitätsverlust beim Kundenservice.

Werden die Auftragsdaten jedoch in elektronischer Form an den Fahrer übermittelt (bspw. SMS oder E-Mail), so bringt das einige Vorteile mit sich:

- Der Disponent muss nicht warten, bis eine Verbindung aufgebaut wird (Zeitgewinn)
- Der Fahrer muss die Auftragsdaten nicht mehr manuell notieren (Sicherheitsgewinn, Komfortsteigerung)
- Die Kommunikationsqualität wird erhöht (Qualitätsverbesserung, weniger Missverständnisse, weniger Fehlfahrten aufgrund unmissverständlicher Auftragsübermittlung)
- Kein Medienbruch durch aufschreiben in elektronischer Form vorliegender Aufträge

Der Fahrer benötigt im Idealfall nur einen einzigen Tastendruck, um einen eingehenden Auftrag anzunehmen oder abzulehnen.

4.3. Sonstige Dienste

Unter sonstigen Diensten werden im Rahmen dieses Berichts solche zusammengefaßt, die seltener in kommerziellen Flottenmanagementlösungen zu finden sind oder in eigene spezialisierte Anwendungen darstellen.

4.3.1. Not-/Pannruf

Durch die stete Bekanntheit des Aufenthaltsorts eines Fahrzeugs kann in Not- oder Pannenfällen die Absetzung eines Not- bzw. Pannrufs vereinfacht werden. Alle Informationen über den Standort des Fahrzeugs sind durch die GPS-Ortsbestimmung bekannt, so daß der Rufende seine Position nur noch vom Navigationssystem ablesen muß. So werden Ungenauigkeiten oder gar auf durch Orientierungslosigkeit verursachte Fehler stark reduziert.

Besteht eine Kommunikationsverbindung zwischen Fahrzeug (inkl. Ortungssystem) und der Notrufzentrale, die auch die Flottenmanagementzentrale sein kann, so wird der Not- und Pannruf weiter vereinfacht. Es müssen gar keine Informationen über den Standort mehr mündlich übertragen werden. Der Fehlerfaktor „Mensch“ wird dadurch vollständig eliminiert. Es ist zwar nicht ausgeschlossen, daß das Ortungssystem selbst Fehler macht, die Wahrscheinlichkeit ist jedoch sehr gering.

Bei Pannennrufen ist eine enge Kopplung zwischen Kommunikationssystem, Ortungssystem und Fahrzeugelektronik nutzbar für eine korrekte Übertragung über den Zustand des Fahrzeugs. Ein Pannennrufsystem kann in Kombination mit einem Diagnosesystem direkt die Art der Störung den Pannendienst übertragen. Die Firma Scania verfügt nach Aussage der Deutschlandzentrale bereits über ein solches System. So können Servicefahrzeuge vorbereitet und mit den notwendigen Hilfsmitteln/Ersatzteilen zum havarierten Fahrzeug gesendet werden.

Der Pannennruf ist gegenüber dem Notruf jedoch recht unproblematisch. Ein Pannennruf bedeutet für das das Fahrzeug betreibende Unternehmen lediglich einen wirtschaftlichen Verlust.

Ein Notruf birgt hingegen eine Gefahr für Leib und Leben der Fahrzeuginsassen. In Falle eines Unfalls ist es oft für die Insassen erst gar nicht mehr möglich, noch einen Notruf abzusetzen. In diesem Fall können Sensoren einen Unfall feststellen. So wie Sensoren bei einem Unfall den Airbag auslösen, wird, wieder durch Sensoren, ein Notruf mit der genauen Position des verunfallten Fahrzeugs an die Notrufzentrale abgesetzt. Derartige Systeme sind bereits bei Ford und Mercedes im Einsatz.

4.3.2. Diebstahlschutz

Der Diebstahlschutz ist schon lange ein Thema, mit dem sich alle Kraftfahrzeughersteller befassen. Der Einsatz moderne Ortungsverfahren liefert hier neue Möglichkeiten. Wird ein Fahrzeug gestohlen, so kann es jederzeit geortet und verfolgt werden. Das Fahrzeug kann somit jederzeit wiedergefunden werden.

Eine Erweiterung dieses Mechanismus ist die Authentifizierung des Fahrers. Wird ein Fahrzeug gestohlen, so kann dies solange nicht erkannt werden, bis der Halter des Fahrzeugs dies bemerkt. Durch Authentifizierung der Benutzer der Fahrzeugs, bspw. via Chipkarte, Fingerabdruck, Codewort o.ä. hingegen wird ein Alarm ausgelöst, sobald ein nicht authentifizierter Benutzer das Fahrzeug zu bewegen beginnt. Dies muss kein Alarm im herkömmlichen Sinne (sprich Hupe, Sirene) sein, sondern es kann sich um einen stillen Alarm handeln. Nach dem Alarm folgt die Beobachtung und Aufspürung des Fahrzeugs im oben genannten Stil.

5. Flottenmanagementlösungen

Mit zunehmendem Interesse an Flottenmanagement treten vermehrt Anbieter mit entsprechenden Lösungen auf dem Markt an. Hierunter finden sich Lösungen, welche überwiegend die in Kapitel 4 vorgestellten Flottenmanagementdienste unter einer einheitlichen Oberfläche zusammenfassen. Üblicherweise werden dabei nicht alle dieser Dienste integriert sondern i.d.R. nur eine Teilmenge. Einige Anbieter adressieren mit ihren Produkten speziell Unternehmen aus dem Transportgewerbe, da diese speziell von diesen Diensten zur Steuerung und Überwachung ihrer Fahrzeugflotten profitieren.

Im Folgenden werden exemplarisch neun kommerziell verfügbaren Flottenmanagementlösungen verschiedener Hersteller vorgestellt. Aufgrund des derzeit breiten und nichtsdestotrotz stark wachsenden Angebots solcher Lösungen, stellt die Auswahl nur einen Querschnitt möglicher verfügbarer Lösungen dar. Bei der Entscheidung für die dargestellten Produkte wurde hauptsächlich auf Repräsentanten unterschiedlicher Schwerpunkte und Kundengruppen der Lösungen Wert gelegt. Wir betrachten in diesem Überblick exemplarisch die folgenden Flottenmanagementlösungen:

- WEBfleet (Anbieter: datafactory)
- Transwatch (Euro Telematik)
- FleetBoard (Daimler-Crysler)

- DORIS (Domino EDV-Kommunikation)
- Truck24 (Truck24)
- TIPS (OHB Teledata)
- Die Logistikdienstleistung von Stratex
- Fleetfinder (IVU Logistik und OHB Teledata)
- Fedis (AIS)

5.1. **WEBfleet**

Im System WEBfleet (vgl. [Sm00f]) der Firma datafactory werden die Fahrzeuge jeweils mit einem „fleettecII car locator“³¹ ausgestattet. Dieses Gerät besteht prinzipiell aus einem GPS-Empfänger und einem GSM-Modul. Der GPS-Empfänger dient der Ermittlung der Fahrzeugposition, welche bei Bedarf über das SMS-Modul übertragen werden kann. Neben den in den Fahrzeugen installierten Modulen besteht das WEBfleet aus einer Software für den Disponenten einer Fahrzeugflotte. Im Gegensatz zu anderen Systemen ist diese Software jedoch nicht auf einem Rechner in der Flottenmanagementzentrale installiert, sondern wird über eine Internet-Verbindung verfügbar gemacht. Der Zugriff auf die Flottenmanagementdienste erfolgt hierbei über einen Web-Browser.

Über die Web-Seiten des Diensteanbieters „datafactory“ wird das mobile Endgerät zunächst eingerichtet. Es kann per SMS dazu aufgefordert werden, seine Positionsdaten an eine Anzahl von Mobilfunkgeräten bzw. Flottenmanagementzentralen zu senden. Andererseits kann das mobile Endgerät seine Positionsdaten auch als Reaktion auf bestimmte Ereignisse übertragen. Solche Ereignisse sind bspw.:

- Zündung an/aus,
- nach bestimmten Zeitintervallen,
- bei Betreten oder Verlassen eines definierten geographischen Gebiets,
- bei Überfahren von Längen- oder Breitengraden,
- beim Stehenbleiben des Fahrzeugs,
- nach Zurücklegung einer bestimmten Entfernung

Daraufhin sendet der „fleettecII car locator“ eine Nachricht in Form einer SMS an die Flottenmanagementzentrale, die daraus die Position des Fahrzeugs bei Absenden der SMS herauslesen kann. Die Position des Fahrzeugs wird auf einer Karte (aus einer Auswahl mehrerer Karten) eingetragen. Diese Karte kann über das WWW abgefragt werden.

Somit kann ein Unternehmen seine Flotte von jedem Ort der Welt mit einem herkömmlichen Web-Browser verfolgen. Sowohl die einfache Darstellung der Positionen als auch des zurückgelegten Weges (vgl. „tracing“ oben) ist möglich. Über die Web-Oberfläche können ebenfalls Nachrichten an jedes einzelne Fahrzeug gesendet werden. Durch die Möglichkeit zur Vergabe von Rechten an einzelne Benutzergruppen, z.B. Disponenten, Mitarbeiter, Kunden etc. ist es möglich, daß Kunden sich über den derzeitigen Aufenthaltsort ihrer jeweiligen Sendung bzw. des entsprechend transportierenden Fahrzeugs mittels eines Web-Browsers und eines Paßwortes informieren können.

³¹ Inzwischen ist auch die Verwendung anderer Endgeräte möglich.

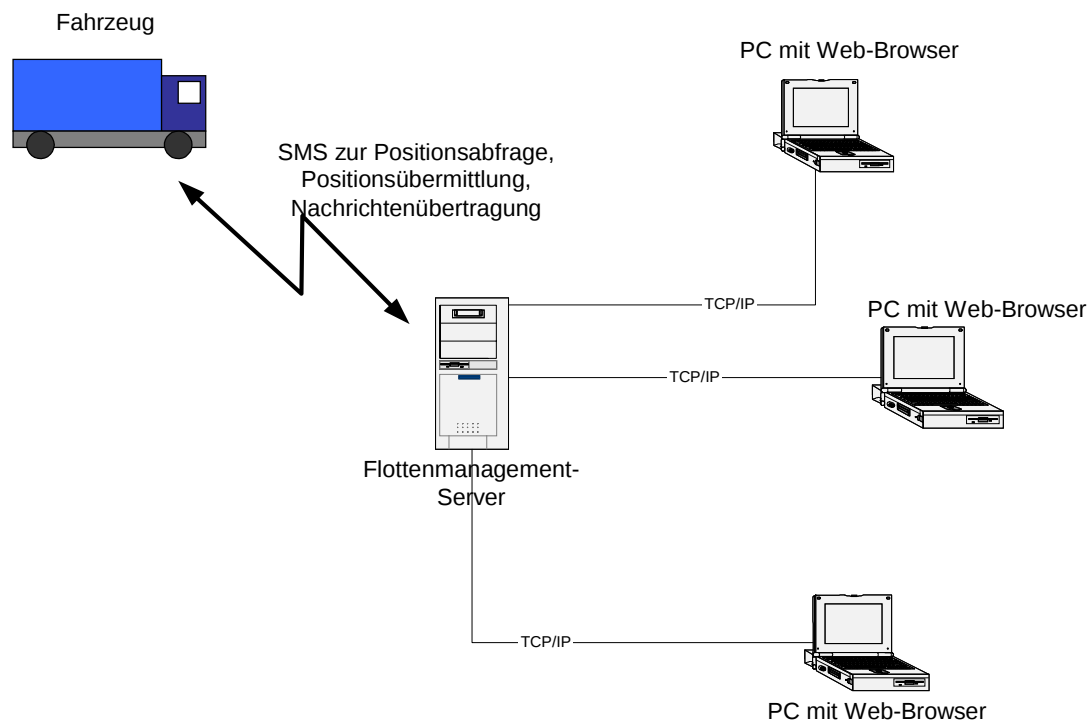


Abbildung 12: Funktionsweise von WEBfleet

Aufgrund der Nutzung der Flottenmanagementdienste über ein Web-Interface entfällt in der Flottenmanagementzentrale des jeweiligen Betriebs die Installation spezialisierter Software. Die Bereitstellung von Rechnerkapazitäten beschränkt sich auf die Einrichtung eines mittlerweile verbreiteten Web-Browsers. Auch müssen in der Flottenmanagementzentrale keine speziellen Sende- und Empfangsmodule für das GSM-Netz bereitgestellt werden, da die Mobilkommunikation ausschließlich zwischen den in den Fahrzeugen montierten Geräten und den Servern der Firma datafactory erfolgt.

Nachteilig an der Konzeption von WEBfleet ist jedoch, daß das System nicht an die bestehende Softwarelandschaft im Unternehmen angebunden werden kann. Die Flottenmanagementsoftware läuft ausschließlich auf Server-Rechnern bei datafactory. Schnittstellen zu der bei den Nutzern dieser Flottenmanagementlösung vorhandenen Software (Auftragsverwaltung, Zeitplanung, betriebliches Rechnungswesen, Kommunikationssoftware des Unternehmens etc.) werden nicht angeboten. Somit kann das WEBfleet-System nicht in ein bestehendes Informationssystem des Unternehmens integriert werden.

5.2. Transwatch

Die aus der Daimler Benz Aerospace hervorgegangene Firma Euro Telematik bietet mit ihrem Produkt Transwatch (vgl. [Sm00gl]) eine Lösung an, die Logistik von Unternehmen vor allem im Speditionsbereich optimieren soll. Transwatch arbeitet in den Fahrzeugen mit Endgeräten unterschiedlicher Natur (z.B. Navigationssysteme, Mobiltelefonen, Notebooks, PDA) verschiedener Hersteller zusammen. Es handelt sich dabei um GPS-Ortungseinheiten mit GSM-Sende- bzw. Empfangsgeräten, welche SMS senden und empfangen können.

Im der Leitzentrale des Unternehmens wird der Transwatch Server installiert. Die Software läuft auf handelsüblichen PCs und durch die Netzwerkfähigkeit der Software können mehrere

Disponenten gleichzeitig tätig werden. Der Server wird über eine festnetzbasierte Datenverbindung an die Zentrale der Firma Passo angeschlossen. Passo ist ein Dienstleister, der für die korrekte Nachrichtenübermittlung sorgt und zusätzliche Dienste, z.B. Verkehrsnachrichten, anbietet. Passo kommuniziert mit den mobilen Einheiten des Unternehmens über den SMS im GSM. Es können das D-Netz oder das E-Netz benutzt werden.

Die Dispositionssoftware Transwatch läuft in der Dispositionszentrale des jeweiligen Unternehmens. Hier können Bewegungen aller Fahrzeuge überwacht werden. Über die Transwatch-Software werden Aufträge an die Fahrzeuge verteilt. Im Fahrzeug stellt sich ein Auftrag durch die Anzeige des Zielortes und einer textuellen Auftragsbeschreibung auf einem Display dar. Die Fahrzeugführer nehmen die Aufträge mit einem Tastendruck auf ihrem im Fahrzeug installierten Telematikgerät an oder lehnen sie ab. Sie können zusätzlich über SMS mit der Zentrale in Verbindung treten.

Damit die Zentrale über den Zustand eines Auftrags informiert ist, werden den Aufträgen für die Flotte 5 mögliche Stati zugeordnet (Auftrag gelesen, Beladen, Abfahrt, Ankunft, Entladen). Von der Zentrale wird auch die Routenplanung durchgeführt, wiederum unter Zuhilfenahme der Transwatch-Software. Die statische Routenplanung kann aufgrund der von Passo zur Verfügung gestellten Dienste um eine dynamische Komponente erweitert werden, mit der Passo die Flottenmanagementzentrale um Verkehrsinformation (z.B. Staumeldungen) bereichert.

Transwatch adressiert durch seine Möglichkeit der Übermittlung von Texten zur Beschreibung einzelner Aufträge hauptsächlich Transportunternehmen. Durch die Assoziation von Aufträgen mit Fahrzeugen und die Verwaltung von Auftragsstati besteht die Möglichkeit der Verfolgung einzelner Sendungen. Aufgrund der Nutzung des Diensteanbieters PASSO kann Transwatch jedoch nicht weltweit sondern nur innerhalb von Deutschland genutzt werden.

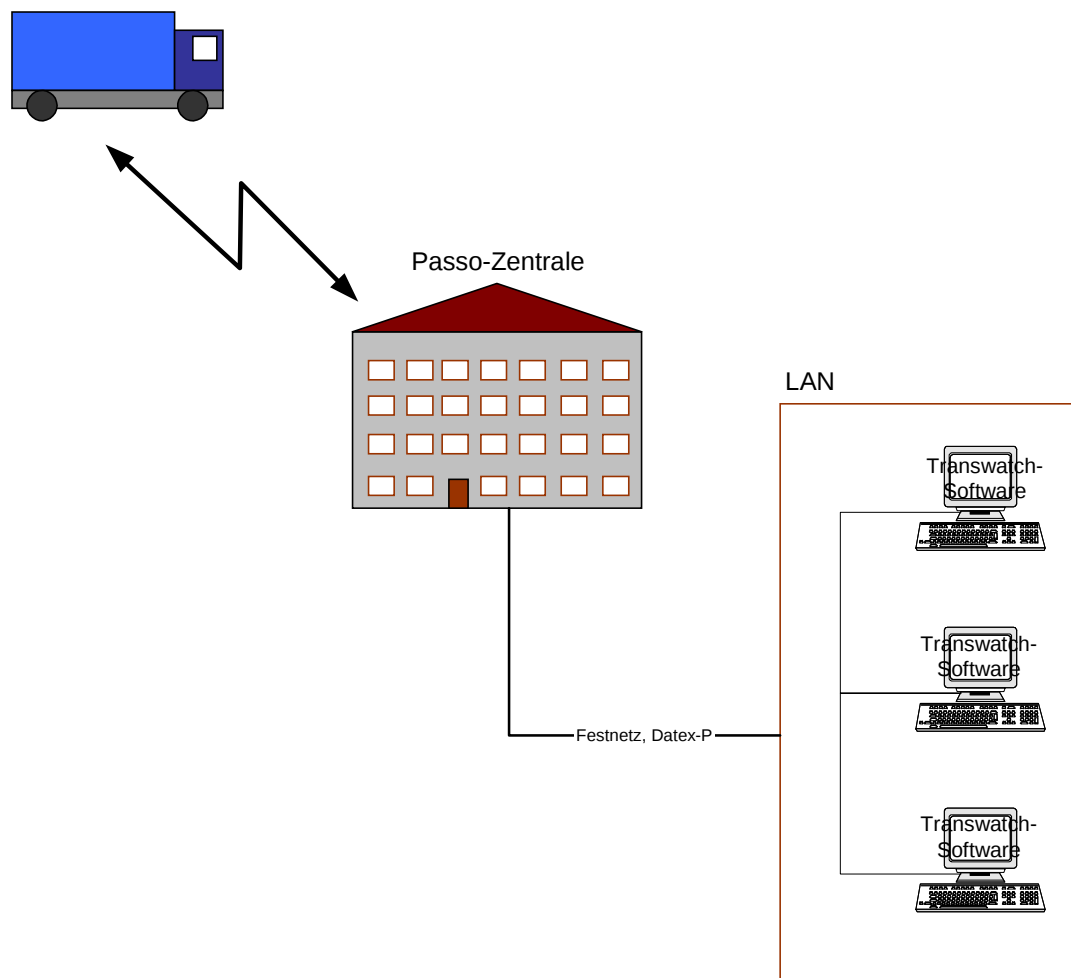


Abbildung 13: Infrastruktur von Transwatch

5.3. FleetBoard

Daimler-Chrysler liefert ein Flottenmanagementsystem namens FleetBoard. Bei FleetBoard (vgl. [Fi00]) handelt es sich, ähnlich wie bei WEBfleet von datafactory, um einen Internetdienst für das Flottenmanagement. In den Fahrzeugen installierte Endgeräte bestehen aus einer GPS- und einer GSM-Komponente sowie aus einem Display zur Anzeige von Auftragsinformationen im Fahrzeug. Der Disponent muß nur über einen internetfähigen PC mit einem Web-Browser verfügen. Das Web-Interface verfügt über eine erweiterte Funktionalität zur Verwaltung von Aufträgen und Nachrichten an die bzw. von den Fahrzeugen.

Der Disponent erhält eine Übersicht über den Fuhrpark und die Positionen der einzelnen Fahrzeuge. Den Fahrzeugen sind Aufträge zugeordnet. Der Status der Aufträge wird ebenfalls angezeigt. Es handelt sich dabei um vordefinierte Statusmeldungen (z.B. „Ankunft Kunde“ oder „Abladen“). Den Fahrzeugen wird eine Liste von noch nicht abgearbeiteten Aufträgen gegenübergestellt. Der Disponent muss nun die Aufträge zu Touren zusammenstellen. Die fertigen Touren werden dann den dem Disponenten am geeignetsten erscheinenden Fahrzeugen manuell zugeordnet. Der Fahrer wird mittels frei definierbarer Formulare über die neue Tour unterrichtet. Er kann die Tour mit einem einfachen Knopfdruck annehmen oder ablehnen.

Die Darstellung der Fahrzeugpositionen erfolgt, wie bereits von den anderen Systemen bekannt, auf einer Landkarte auf dem Bildschirm. Die Positionierungsdaten werden entweder auf explizite Abfrage oder bei Eintreten bestimmter Ereignisse aktualisiert. Diese Ereignisse können das Erreichen eines bestimmten Zeitpunktes oder das Zurücklegen bestimmter Entfernungen durch das Fahrzeug sein. Beispielsweise kann das Fahrzeug seine Positionsdaten alle zwei Kilometer einmal an das FleetBoard-System senden.

Ein Software-Werkzeug zur Auswertung der Betriebskosten für den gesamten Fuhrpark sowie zur Planung und Überwachung von Einsatzzeiten und Wartungsterminen befindet sich (Stand Februar 2001) in der Entwicklung.

5.4. DORIS

Das System DORIS (vgl. [Sm00e]) des Unternehmens Domino EDV-Kommunikation ist ebenfalls eine internetbasierte Flottenlösung. Hierbei werden jedoch die Fahrzeuge mit Windows CE Rechnern (einer speziellen Art von PDA) ausgestattet, die mittels GPS die Position des Fahrzeugs ermitteln und über ein GSM-Modul SMS senden und empfangen können. Die Kommunikation erfolgt bei DORIS nicht direkt zwischen der Leitzentrale im Unternehmen und dem Kraftfahrzeug, sondern über den Umweg über die Server-Farm von Domino-EDV. Die folgende Abbildung 14 illustriert diesen Sachverhalt.

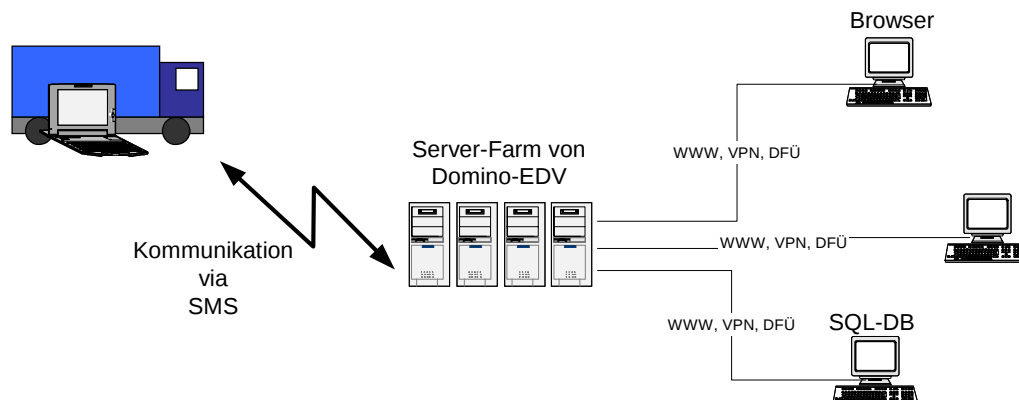


Abbildung 14: DORIS

Die Server-Farm von Domino-EDV nimmt alle Informationen, einschließlich der Positionsmeldungen aus den Fahrzeugen entgegen und speichert sie zwischen. Das Unternehmen, welches DORIS benutzt, kann über einen WWW-Browser, über in der Programmiersprache Visual-Basic entwickelte Applikationen oder in der standardisierten Anfragesprache SQL³² formulierte Anfragen auf die Daten auf dem Server bei Domino-EDV zugreifen. Als Schnittstelle zwischen den Domino-Servern und dem Unternehmen sind DFÜ-Verbindung, WWW und VPN (*virtual private network*) vorgesehen. Durch die Verwendung von WindowsCE-Rechnern fahrzeugseitig und Visual-Basic-Applikationen bzw. SQL-Abfragen von Seiten des

³² SQL steht für structured query language. SQL ist eine im Bereich relationaler Datenbanken standardisierte Sprache zur Manipulation von Datenbanken.

nutzenden Unternehmens ist das System offen gegenüber der Ergänzung um beliebige Zusatzdienste. Diese Dienste können in einem DORIS nutzenden Unternehmen beliebig implementiert werden. Daher kann das DORIS-Konzept auch in die bestehende IT-Struktur des Unternehmens integriert werden. Dieser Offenheit des Systems steht jedoch der Aufwand zur Entwicklung der Applikationen gegenüber.

5.5. *Truck24*

Die Firma Truck24 stattet die Teilnehmer an ihrem Truck24-Flottenmanagementdienst (vgl. [Sm01]) mit Bordcomputern und Mobilfunkkarten für die Kraftfahrzeuge aus. Diese kommunizieren über GSM/SMS mit dem Truck24-Server. Unternehmensseitig greifen die Disponenten wie auch bei anderen Anbietern über ein Internetportal auf die Fahrzeugdaten zu. Alternativ kann auch E-Mail eingesetzt werden. Jegliche Kommunikation verläuft jedoch über das Internetportal.

Unter den Möglichkeiten für SMS sind 30 vordefinierte SMS-Nachrichten. Weitere 10 Nachrichten können unternehmensspezifisch gestaltet werden. Als besonderes Feature bietet Truck24 eine automatische Übersetzung der Nachricht in viele europäische Sprachen an. So kann der Disponent in Deutschland eine deutschsprachige SMS versenden, die beim Fahrer in Spanien in spanischer Sprache ankommt.

Hinter den Kommunikationsdienst in Truck24 steckt ein vor allem ein preispolitisches System. Dies ist unter Umständen für die Unternehmen, die den Kommunikationsdienst anmieten, interessant, da dadurch in bestimmtem Rahmen Planungssicherheit erreicht werden kann. Zu einem festen monatlichen Preis können die 30 vordefinierten und die 10 frei definierten Nachrichten ohne zusätzliche Kosten genutzt, d.h. an die Fahrzeuge übertragen werden. Sobald aber andere Nachrichten übertragen werden, fallen zusätzliche Gebühren an. Diese Nachrichten sind, je nach Vertrag, sehr teuer. Planungssicherheit in Bezug auf die Kosten existiert in dem System somit nur, wenn man ausschließlich die 40 definierten Nachrichten nutzt. Sonst können durchaus sehr hohe laufenden Kosten auf den Dienstnehmer zukommen.

Neben dem Kommunikationsdienst existiert – dies ist in nahezu allen Flottenmanagementsystemen selbstverständlich – ein Lokalisierungsdienst. Dieser Dienst überträgt Positionsdaten (ermittelt über ein GPS-Empfangsgerät) der Fahrzeuge per SMS zwischen Fahrzeug und Truck24-Server, von wo aus sie von den Fuhrparkunternehmen über das Internetportal abgerufen werden können. Die Lokalisierung kann entweder über ein Zeitfenster (z.B. lokalisieren zwischen 8 Uhr und 8:30 Uhr) oder über Ereignisse (wie dem Entladen, einer Nachricht, die vom Fahrer initiiert wird) erfolgen.

Ein weiteres Dienstmodul ist der Tour-Report. Der Tour-Report umfaßt die Auftragsbearbeitung und detaillierte Auftragsdatenübermittlung. Auf dem Internetportal werden alle Auftragsdaten eingegeben und an einen Fahrer verschickt. Dieser bestätigt den Empfang des Auftrags oder lehnt ihn ab. Über den Tour-Report erhält der Leitstand des Unternehmens von nun an ständig die vom Fahrer initiierten Statusinformationen.

5.6. *TIPS*

TIPS (siehe [Sm00a]) von OHB-Teledata ist ein modulares System, das wie auch die anderen genannten Systeme GPS zur Ortung von Fahrzeugen verwendet. Bei der Kommunikation setzt TIPS aber neben dem GSM/SMS auch auf ORBCOMM, einem Satellitenkommunikationssystem, auf. Damit ist die Kommunikation auch mit Fahrzeugen in nicht von GSM abgedeckten Gebieten möglich. TIPS ist modular aufgebaut. Das bedeutet, daß Dienste des Systems in gewissem Rahmen frei und je nach den Bedürfnissen der Unternehmen, zusammengestellt werden können.

TIPS verfügt über Fahrzeug- und Standortermittlung mit Statusermittlung (s.o.). Innerhalb Europas können Kurznachrichten über das D-Netz (T-D1 ist Systempartner von TIPS) versendet und Empfangen werden. Positionsdaten werden via SMS vom Fahrzeug zur Flottenmanagementzentrale gesendet. Dort wiederum werden die Information in elektronischen Landkarten auf dem Bildschirm des Disponenten angezeigt.

Zusätzliche Module erweitern die Funktionalität von TIPS. So wird das Modul TIPSScan eingesetzt, um Güter, die mit einem Barcode markiert sind, beim Beladen zu scannen und dann eine Sendungsverfolgung für jedes einzelne Gut durchzuführen.

Das Modul TIPSTraffic erweitert das Cockpit des Fahrzeugs durch ein Navigationssystem und fügt über RDS/TMC aktuelle Verkehrsmeldungen hinzu, so daß eine dynamische Navigation durchgeführt werden kann. Weitere Module umfassen eine integrierte Auftragsverwaltung sowie die Archivierung aller gesendeten und empfangenen Daten zur späteren Weiterverwendung (beispielsweise in elektronischen Fahrtenbüchern).

5.7. Logistikdienstleistungen von Stratex

Die Firma Stratex ist ein Logistikdienstleister, der die Disposition der Fuhrparks von Transportunternehmen übernimmt (s. [Sm00b]). Dazu werden die Fahrzeuge der angeschlossenen Unternehmen mit Mobilfunkradios „Fleet Commander“ aus dem Hause Blaupunkt ausgerüstet. „Fleet Commander“ benutzt wie alle bisher dargestellte Produkte das GPS zur Ortung der Fahrzeuge. Die Kommunikationskomponente besteht aus einem GSM-Sender bzw. – Empfänger für das D2-Netz. Die ermittelten Positionsdaten werden als SMS an den „gedas telematics“-Server gesendet. Von dort aus gelangen die Informationen über den Aufenthaltsort der Fahrzeuge auf die Bildschirme in der Dispositionszentrale von Stratex. Neben der reinen Übertragung von Positionsdaten können auch SMS-Nachrichten (Freitext, Ladungsstatus etc.) übermittelt werden. Daher kann Stratex jederzeit neben der Position der Fahrzeuge auch deren Status verfolgen (beladen, entladen etc.).

Ein an Stratex angeschlossenes Unternehmen sendet nur noch seine Transportaufträge an die Dispositionszentrale. Dort erst werden die Fahrzeuge eingeplant. Es handelt sich damit um ein komplettes Outsourcing der Disposition. Daher ist Stratex anders einzuordnen als die bisherigen Telematikanbieter. Stratex ist ein Logistikdienstleister, der Dienste von Telematikanbietern zur Erbringung seiner Leistungen benutzt.

5.8. FleetFinder

Bei FleetFinder – ein gemeinschaftliches Produkt von IVU Logistik und OHB-Teledata - handelt es sich wiederum um einen Internet-Telematikdienst (vgl. [Sm00c]). Zur Ortung wird GPS, zur Kommunikation GSM/SMS bzw. ORBCOMM verwendet. Ansonsten unterscheidet sich auch FleetFinder vom Konzept her nicht wesentlich von vielen anderen Produkten. Auf einem Server von IVU Logistik und OHB Teledata werden die Positionsdaten gesammelt und können über das World Wide Web dort abgefragt werden.

5.9. Fedis

Die Dispositionslösung Fedis der Firma AIS ist die Abkürzung für **Ferndisposition**. Im Fedis-Konzept (s. dazu [Sm00d]) wird davon ausgegangen, daß die Fahrzeuge des Unternehmens mit speziellen GSM/SMS-fähige Endgeräten zur Kommunikation mit der Flottenmanagementzentrale und zur Ortung via GPS ausgestattet sind. Diese Geräte treten direkt mit dem Leitstand im Unternehmen in Kontakt, indem Kurznachrichten ausgetauscht werden. Der Disponent überwacht die Fahrzeugpositionen auf einer digitalen Landkarte auf einem handelsüblichen PC. Neben den Ortungsdaten werden weitere Details zum Fuhrpark erfaßt, z.B.

welcher Auftrag gerade von welchem Fahrzeug ausgeführt wird, welche Aufträge dem Fahrzeug für den Folgezeitraum bereits zugeordnet sind.

Durch die Verwendung von Barcodes auf den Transportstücken können sogar einzelne Stückgüter verfolgt werden. Der Status des Fahrzeugs bzw. des auszuführenden Auftrags wird ebenfalls dargestellt (mögliche Stati sind z.B. „frei“, „Achtung Verzug“ o.ä.).

Wird ein neuer Auftrag eingeplant, so werden alle Auftragsdaten - von Abholort über den Zielort bis zu Anzahl und Gewicht der Transportstücke - an den Fahrer gesendet. Der Fahrer bestätigt die Annahme des Auftrags und der Disponent erhält die Bestätigungsmeldung. So sind sowohl Fahrer als auch Disponent jederzeit über die noch zu fahrenden Touren auf dem Laufenden.

Zusätzliche Geräte im Fahrzeug machen eine weitergehende Überwachung möglich. Beispielsweise melden Temperatursensoren Störungen in der Kühlung beim Transport verderblicher Waren. Das Flottenmanagementsystem in der Zentrale zeigt entsprechende Warnmeldungen an.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Dieser Bericht stellt einen Überblick über aktuell verfügbare Flottenmanagementsysteme dar. In Abschnitt 1.1 wird der Kontext des Berichtes, das Projekt FlottHIT, vorgestellt und ausführlich auf die Begriffe Verkehrstelematik und Flottenmanagement eingegangen. Insbesondere wird hierbei das Verständnis dieser Begriffe im Rahmen des Projektes FlottHIT dargestellt. Kapitel 2 beschreibt grundlegende Infrastrukturen, die für die Konzeption eines Flottenmanagementsystems erforderlich sind. Solche Infrastrukturen dienen der Positionsbestimmung einzelner Objekte (Fahrzeuge) sowie der Kommunikation zwischen mobilen Einheiten und der Flottenmanagementzentrale. Diesen Infrastrukturen ist gemein, daß sie von öffentlichen oder privaten Einrichtungen betrieben und einem breiten Kundenkreis zur Verfügung gestellt werden. Die Nutzung dieser Infrastrukturen erfolgt sowohl in den Fahrzeugen als auch in der jeweiligen Flottenmanagementzentrale über spezielle Endgeräte, welche ausführlicher in Kapitel 3 behandelt werden. Infrastrukturen und Endgeräte stellen die technische Realisierungsbasis für die in Kapitel 4 vorgestellten Flottenmanagementdienste dar. Diese Dienste repräsentieren jeweils für die Planung und Steuerung von Fahrzeugflotten relevanten Aspekte. Kapitel 5 skizziert schließlich auf Grundlage der vorangegangenen Kapitel kommerziell verfügbare Flottenmanagementlösungen. Die hierbei ausgewählten Lösungen stellen dabei jedoch nur einen Ausschnitt der derzeit angebotenen Produkte dar. Bei dieser Selektion wurde der Versuch unternommen einen repräsentativen Querschnitt des aktuellen Angebots zu erfassen. Es wird hierbei insbesondere kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben. Eine kritische Betrachtung aller verfügbaren Flottenmanagementlösungen würde den Rahmen eines einzelnen Berichts bei weitem sprengen.

Zusammenfassend kann jedoch festgehalten werden, daß der Markt für Flottenmanagementlösungen von einer hohen Dynamik geprägt ist. Eine Ursache hierfür ist die Popularität dieses noch recht jungen Wirtschaftszweigs. Sowohl etablierte Anbieter aus dem Automotive-Bereich als auch junge Unternehmen mit Hintergrundwissen in Ortung und mobiler Kommunikation forcieren die Entwicklung neuer Flottenmanagementlösungen. Hierbei werden verschiedene Flottenmanagementdienste realisiert und/oder zu Flottenmanagementlösungen kombiniert. Die notwendigen technologischen Grundlagen sind bereits vorhanden resp. umfassend erprobt. Die Produkte unterscheiden sich hauptsächlich in dem Umfang der angebotenen Dienste, den jeweils eingesetzten Endgeräten und der Bereitstellung der Dienste in der Flottenmanagementzentrale. Die Auswahl der Endgeräte erfolgt zum einen in der für einen Dienst erforderlichen Gerätekategorie (vgl. die verschiedenen in Kapitel 3 vorgestellten Komponen-

ten) und den verschiedenen Herstellern solcher Geräte. Überdies kommen hierbei auch spezielle Eigenentwicklungen der Flottenmanagement-Anbieter zum Einsatz.

Auf Seiten der Software in der Flottenmanagementzentrale sind zwei grundlegende Strategien zu beobachten. Einige Hersteller bieten dedizierte Software an, die auf den Rechnern des Unternehmens zu installieren ist. Hierdurch besteht auf der Seite eines solchen Unternehmens der Aufwand zur Installation und Administration dieser Programme. Überdies sind diese Applikationen in den meisten Fällen auf lokal installierte Endgeräte zur Kommunikation mit den mobilen Einheiten angewiesen. Diesen Nachteilen versuchen Anbieter internetbasierter Lösungen zu begegnen. Lokal installierte Geräte für die Kommunikation mit den mobilen Einheiten entfallen. Auch der Aufwand zur Installation und Pflege der Flottenmanagementsoftware auf den Rechnern der Nutzer entfällt, da diese Applikationen bei dem Anbieter auf einem zentralen Server vorgehalten und gepflegt wird. Der Nutzer des Flottenmanagementsystems greift auf diese Software über ein Web-Interface zu.

Außer diesen technologischen Unterschieden existieren zwischen den verschiedenen Lösungen jedoch kaum konzeptionelle Unterschiede. Es wird überwiegend eine Untermenge – nicht notwendigerweise eine echte Untermenge – der in Kapitel 4 aufgeführten Flottenmanagementdienste bereitgestellt. Flottenmanagement im Sinne der Anbieter entsprechender Lösungen reduziert sich somit grob auf Positionsbestimmung, Auftragsübermittlung und Notruf. Es werden also gleichwertige Dienste in unterschiedlichen Realisierungsformen und Preismodellen angeboten. Neben dieser Konformität an Funktionen ist jedoch die mangelnde Anbindung an unternehmensinterne Prozesse und Softwaresysteme als weitaus kritischer zu erachten. Als einziger Anbieter gewährleistet Domino EDV-Kommunikation mit seinem Produkt DORIS eine rudimentäre Basis zur Integration des Flottenmanagements in bestehende Geschäftsprozesse und insbes. existierende EDV-Infrastrukturen. Alle anderen Anbieter positionieren ihre Produkte aufgrund der Beschränkung auf ein Web-Interface oder die Abgeschlossenheit der Applikationen als isolierte Lösungen.

Auch eine Anbindung über SQL oder Visual-Basic-Applikationen wie es bei DORIS der Fall ist, kann nicht als ausgereifte Integrationsbasis angesehen werden. In Unternehmen werden eigene Programme für verschiedene Unternehmensbereiche eingesetzt, welche überdies von verschiedenen Herstellern stammen und somit ein eigenes Datenformat einsetzen. Eine Anbindung dieser Programme an die Flottenmanagementsoftware kann hierbei nur über eigens für ein spezielles Unternehmen oder eine verbreitete Branchen-Software angepaßtes Programmmodul erfolgen. Solche Module sind i.d.R. nicht Teil der Flottenmanagementlösung. Der Nutzer einer solchen Lösung muß die Module zur Integration also eigenständig entwickeln, was mit einem nicht zu vernachlässigendem Aufwand verbunden ist. Insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen scheuen diesen Aufwand oder können sich die damit verbundenen Kosten nicht leisten.

Speziell im Kontext von Flottenmanagement im Bereich des Kundendienstes in Handwerksbetrieben werden große Differenzen deutlich. Kundendienstprozesse im Handwerk stellen höhere Anforderungen an das Flottenmanagement (siehe hierzu Abschnitt 1.3 und [JuHa01]). Neben der Positionsbestimmung und der Übertragung textueller Nachrichten sind hier insbes. spezielle Parameter wie die Qualifikation der Fahrer und im Fahrzeug befindliche Ersatzteile resp. Spezialwerkzeuge von besonderem Interesse. Auch sollte die Anbindung an die betriebsinterne Software ohne großen Aufwand möglich sein. Kleine und mittelständische Handwerksbetriebe verfügen i.d.R. nicht über die notwendige Finanzkraft zur Entwicklung eigener Softwaremodule. Diese sollten vielmehr im Kontext der Flottenmanagementlösung verfügbar sein. Dieser Anspruch ist natürlich für die Software-Entwickler mit einer besonderen Herausforderung verbunden: Im Handwerk werden viele verschiedene Programme zur

Auftragsverwaltung eingesetzt. Jedes dieser Programme verfügt über sein eigenes Datenformat resp. Integrationsmöglichkeit. Die Varianz reicht hierbei von proprietären Datenformaten über standardisierte Datenbanken bis hin zu anwendungsspezifischen Schnittstellen. Besonders der Aspekt der Integration des Flottenmanagements in betriebliche Anwendungssysteme von Handwerksbetrieben wird weiterhin im Rahmen des Projektes FlottHIT untersucht.

Literatur- und Quellenverzeichnis

- [Dau01] Firma Funkquelle Dauban: <http://www.funkquelle.de/html/bundelfunk.html>
- [DrRi98] Drane, C.; Rizos, C.: "Positioning Systems in Intelligent Transportation Systems." Boston, London: Artech House, 1998
- [EvPi99] Evers, H.; Pinkepank, C.: „Satellitennavigation.“ In [KVT99], Kapitel 05110, S. 129-203.
- [Fi01] Fischer, M.: „Per Knopfdruck disponieren.“ In: W. Huss (Hrsg.): „EuroCargo Fachmagazin für Transport, Versand und Lager“. Nr. 1-2/2001, S. 13. Huss Verlag, München, 2001.
- [HePa99] Heise, B.; Paulsen, R.: „Motorisierter Individualverkehr und Telematik.“ In: [KVT99], Kapitel 06110
- [JuHa01] Jung, J.; Hampe, J.F.: „Konzeption einer Architektur für ein Flottenmanagementsystem.“ Universität Koblenz-Landau: Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Nr. 23, Februar 2001
- [KVT99] Evers, H.; Kasties, G. (Hrsg.): „Kompendium der Verkehrstelematik: Technologien, Applikationen, Perspektiven.“ 4. Akt.-Lief., Köln: TÜV-Verlag, August 1999
- [LeBa99] Lechner, W.; Baumann, S.: „Grundlagen der Verkehrstelematik.“ In: [KVT99], Kapitel 05100, S. 95-128
- [Lind96] Lindtrot, W.: "GPS RASANT und GPS VITESSE: Ökonomische Verfahren zur Übertragung von DGPS-Korrekturdaten UKW/RDS und Telefon.“ In: Alfred-Wegener-Stiftung (Hrsg.): „Von den Ressourcen zum Recycling: Geoanalytik-Geomanagement – Geoinformatik.“ Berlin: Ernst Verlag, 1996
- [Pin01] o.V.: "TETRA: Opportunities and Solutions for Mobile Communications into the 21st Century." Zu finden unter <http://www.tetramou.com/files/mobileas.rtf>.
- [rsb01] http://www.rsbeck.com/Seiten/deutsch/informationen_ueber/mpt_1327_accessnet/was_ist.htm
- [Sch99] Schänzer, G.: „Ortung und Navigation: Luftfahrt.“ In: [KVT99], Artikel 05210
- [Schö99] Schöttler, F.: „GPS Satelliten-Navigation: Technik, Systeme, Geräte, Funktion und praktischer Einsatz.“ 1. Auflage, Verlag Franzis, 1994
- [Sm00] Smyrek, U.: "Es werde Licht." In: Strawe, O.; Waldleitner, P. (Hrsg.): „teleTraffic Magazin für Telematik, Navigation und Verkehr“, Nr. 7/8 2000, S. 23. Telepublic Verlag, Hannover, Juli/August 2000
- [Sm00a] Smyrek, U.: „System-TIPS.“ In: Strawe, O.; Waldleitner, P. (Hrsg.): „teleTraffic Magazin für Telematik, Navigation und Verkehr“, Nr. 11/12 2000, S. 44/45. Telepublic Verlag, Hannover, November/Dezember 2000
- [Sm00b] Smyrek, U.: „Volles Programm.“ In: Strawe, O.; Waldleitner, P. (Hrsg.): „teleTraffic Magazin für Telematik, Navigation und Verkehr“, Nr. 11/12 2000, S. 48/49. Telepublic Verlag, Hannover, November/Dezember 2000
- [Sm00c] Smyrek, U.: „NetzPlanTechnik.“ In: Strawe, O.; Waldleitner, P. (Hrsg.): „teleTraffic Magazin für Telematik, Navigation und Verkehr“, Nr. 11/12 2000, S.

- 46/47. Telepublic Verlag, Hannover, November/Dezember 2000
- [Sm00d] Smyrek, U.: „Volle Kraft voraus!.“ In: Strawe, O.; Waldleitner, P. (Hrsg.): „tele-Traffic Magazin für Telematik, Navigation und Verkehr“, Nr. 11/12 2000, S. 50/51. Telepublic Verlag, Hannover, November/Dezember 2000
 - [Sm00e] Smyrek, U.: „Think Big.“ In: Strawe, O.; Waldleitner, P. (Hrsg.): „teleTraffic Magazin für Telematik, Navigation und Verkehr“, Nr. 9/10 2000, S. 28/33. Telepublic Verlag, Hannover, September/Okttober 2000
 - [Sm00f] Smyrek, U.: „Saubere Lösung.“ In: Strawe, O.; Waldleitner, P. (Hrsg.): „tele-Traffic Magazin für Telematik, Navigation und Verkehr“, Nr. 3/4 2000, S. 42/43. Telepublic Verlag, Hannover, März/April 2000
 - [Sm00g] Smyrek, U.: „Alles unter Kontrolle.“ In: Strawe, O.; Waldleitner, P. (Hrsg.): „teleTraffic Magazin für Telematik, Navigation und Verkehr“, Nr. 3/4 2000, S. 46/47. Telepublic Verlag, Hannover, März/April 2000
 - [Sm01] Smyrek, U.: „Fixe Idee.“ In: Strawe, O.; Waldleitner, P. (Hrsg.): „teleTraffic Magazin für Telematik, Navigation und Verkehr“, Nr. 1/2 2001, S. 44/45. Telepublic Verlag, Hannover, Januar/Februar 2000
 - [Tan00] Tanenbaum, Andrew S.: „Computernetzwerke.“, 3. Auflage; München et al.: Prentice Hall, 2000.
 - [Tay98] Taylor, David: „TETRA: The Future Of Public Service Mobile Communication.“, September 1998, zu finden unter <http://www.tetramou.com/files/interpo51.rtf>
 - [Zol99] Zoller, F.: „Satellitennavigation.“ In: [KVT99], Artikel 05220

Bisherige Arbeitsberichte

- Hampe, J. F.; Lehmann, S.: Konzeption eines erweiterten, integrativen Telekommunikationsdienstes. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 1**, Koblenz 1996
- Frank, U.; Halter, S.: Enhancing Object-Oriented Software Development with Delegation. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 2**, Koblenz 1997
- Frank, U.: Towards a Standardization of Object-Oriented Modelling Languages? Arbeitsbericht des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 3**, Koblenz 1997
- Frank, U.: Enriching Object-Oriented Methods with Domain Specific Knowledge: Outline of a Method for Enterprise Modelling. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 4**, Koblenz 1997
- Prasse, M.; Rittgen, P.: Bemerkungen zu Peter Wegners Ausführungen über Interaktion und Berechenbarkeit, Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 5**, Koblenz 1997
- Frank, U.; Prasse, M.: Ein Bezugsrahmen zur Beurteilung objektorientierter Modellierungssprachen - veranschaulicht am Beispiel vom OML und UML. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 6**, Koblenz 1997
- Klein, S.; Zickhardt, J.: Auktionen auf dem World Wide Web: Bezugsrahmen, Fallbeispiele und annotierte Linksammlung. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 7**, Koblenz 1997
- Prasse, M.; Rittgen, P.: Why Church's Thesis still holds - Some Notes on Peter Wegner's Tracts on Interaction and Computability. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 8**, Koblenz 1997
- Frank, U.: The MEMO Meta-Metamodel, Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 9**, Koblenz 1998
- Frank, U.: The Memo Object Modelling Language (MEMO-OML), Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 10**, Koblenz 1998
- Frank, U.: Applying the MEMO-OML: Guidelines and Examples. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 11**, Koblenz 1998
- Glabbeek, R.J. van; Rittgen, P.: Scheduling Algebra. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 12**, Koblenz 1998
- Klein, S.; Güler, S.; Tempelhoff, S.: Verteilte Entscheidungen im Rahmen eines Unternehmensplanspiels mit Videokonferenzunterstützung, Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 13**, Koblenz 1997
- Frank, U.: Reflections on the Core of the Information Systems Discipline. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 14**, Koblenz 1998
- Frank, U.: Evaluating Modelling Languages: Relevant Issues, Epistemological Challenges and a Preliminary Research Framework. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 15**, Koblenz 1998
- Frank, U.: An Object-Oriented Architecture for Knowledge Management Systems. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 16**, Koblenz

- Rittgen, P.: Vom Prozessmodell zum elektronischen Geschäftsprozess. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 17**, Koblenz 1999
- Frank, U.: Memo: Visual Languages for Enterprise Modelling. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 18**, Koblenz 1999
- Rittgen, P.: Modified EPCs and their Formal Semantics. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 19**, Koblenz 1999
- Prasse, M., Rittgen, P.: Success Factors and Future Challenges for the Development of Object Orientation. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 20**, Koblenz 2000
- Schönert, S.: Virtuelle Projektteams - Ein Ansatz zur Unterstützung der Kommunikationsprozesse im Rahmen standortverteilter Projektarbeit. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 21**, Koblenz 2000
- Frank, U.: Vergleichende Betrachtung von Standardisierungsvorhaben zur Realisierung von Infrastrukturen für das E-Business. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 22**, Koblenz 2000
- Jung, J.; Hampe, J.F.: Konzeption einer Architektur für ein Flottenmanagementsystem. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 23**, Koblenz 2001
- Jung, J.: Konzepte objektorientierter Datenbanken – Konkretisiert am Beispiel GemStone. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 24**, Koblenz 2001
- Frank, U.: Organising the Corporation: Research Perspectives, Concepts and Diagrams. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 25**, Koblenz 2001
- Kirchner, L.; Jung, J.: Ein Bezugsrahmen zur Evaluierung von UML-Modellierungswerkzeugen. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 26**, Koblenz 2001
- Botterweck, G.; Hampe, J.: Benutzeroberflächen für WAP-basierte Mobile Commerce Anwendungen. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 27**, Koblenz 2001
- Jung, J.; van Laak, Bodo L.: Flottenmanagementsysteme - Grundlegende Technologien, Funktionen und Marktüberblick. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, **Nr. 28**, Koblenz 2001